الكيمياء الخضراء

(الآمنة)

ا- أسامة عبد الرحمن

د- ميسرة محمد حسن

دكتوراة فى الكيمياء

المقدمـة

تدخل الكيمياء في جميع مجالات الحياة وهذا ما يمنحها أهمية غير عادية فبواسطة علم الكيمياء يتم تحويل المواد الطبيعية الخام إلى مواد تلبي احتياجات الإنسان، فمثلا يستطيع الكيميائي أن ينتج من الفحم والنفط بعض المواد الجديدة كالأصباغ والعقاقير والعطور والبلاستيك والمطاط الصناعي، وفي المجال الزراعي أسهمت في إنتاج الأسمدة والمبيدات الحشرية، كما أسهمت فى إنتاج الألياف الصناعية.

والمقصود من وراء ذلك تعدد مجالات استخدام الكيمياء وهى مواد خطيرة من حيث سرعة الاشتعال أو الاحراق أو الكى والتشويه لذا وجب عمل احتياطات كبيرة فى مجالات نقلها وتخزينهاتداولها واستخدامها ورغم كل الاحتياطات المعمول بها لم يمنع دلك من حدوث حالات لا يمكن حصرها من الكوارث الناتجة عن التعامل المباشر مع الكيماويات وهذا ما دفع إلى محاولة انتاج كيمياء آمنة وهى ما يطلقون عليه الكيمياء الخضراء أى الآمنة وهي فرع حديث من فروع علم الكيمياء يهدف إلى تقليل الانبعاثات الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائي الأخرى إلى أقل مدى ممكن كما يهدف إلى ابتكار مواد كيماوية جديدة تعود بالخير على البيئة ومواد تعمل كبدائل عن المواد الكيماوية الأخرى التي تعود عمليات تصنيعها بنتائج سلبية على البئية أو تعمل كبدائل عن المواد الكيماوية المستخلصة من الأنواع الحية المهددة بالانقراض مثل الزيوت الكبدية التي تهدد عمليات استخلاصها من الحيتان وأسماك القرشب انقراض تلك الأنواع بشكل تام خلال عقود قليلة.

بدأ ظهورالكيمياء الخضراء في الولايات المتحدة بعد توقيع قانون منع التلوث الذي هدف إلى حماية البئية عن طريق تخفيض الانبعاثات الضارة من المصدر نفسه.

المؤلف

الباب الأول
مدخل عام

أصل الكلمة:

اختلف مؤرخوا العلم حول أصل كلمة كيمياء فمنهم من ردها إلى الكلمة اليونانية chumeia χυμεία التي تفيد السبك والصهر، ومنهم من أعادها إلى كلمتي كمت kemt وشم chem المصريتين ومعناهما الأرض السوداء وذلك لارتباط علم الكيمياء قديماً بالسحر مما ربط اسمها بالأسود أى العلم الأسود ويقول الخوارزمي في كتابه مفاتيح العلوم:اسم هذه الصناعة، الكيمياء، وهو عربي، واشتقاقه من، كمي يكمى،إذا ستر وأخفى، ويقال، كمى الشهادة يكميها، إذا كتمها ولقد تأثرت الكيمياء العربية بالكيمياء اليونانية والسريانية خاصة بكتب دوسيوس وبلنياس الطولوني الذي وضع كتاب سر الخليقة غير أن علوم اليونان والسريان في هذا المجال لم تكن ذات قيمة كبيرة لأنهم اكتفوا بالفروض والتحليلات الفلسفية ومنهم من أرجعها إلى أصل عربي من الفعل كمى /يكمي أي أخفى وستر؛وذلك لأن علم الكيمياء وقتها كان يحاط بالأسرار ،فالمشتغل بهذا العلم لا يعلن عن سر مهنته ويوجد سؤال غامض عن العلاقة بين الكيمياء الصينية والكيمياء المصرية القديمة، حيث ذكر عن كاتب صيني قديم يرجع عهده إلى سنة ٣٣ ق م أنه كتب عن الفلسفة التاتوئية والسيمياء، والأخيرة تحتوي على كيفية تحويل المعادن إلى معادن ثمينة،وكيفية الحصول على أكسير الحياة، تلك المادة التي اعتقدوا أنها تطيل الحياة وتمنع الموت.

وعلمياً الكيمياء علم المادة،خاصة خواصها، بنيتها، تركيبها، سلوكها تفاعلاتها التي تحدثها وتسمى الكيمياء أحياناً بالعلم المركزي لأنها تربط الفيزياء مع العلوم الطبيعية مثل علم الفلك والجيولوجيا وعلم الأحياء وتدرس الفيزياء المادة أيضاً

ولكنها تدرس كميات الفضاء والمادة،والقوانين التي تحكمها،والكيمياء فرع من العلوم الفيزيائية ولكنها لا تتفرع عن الفيزياء وتبدأ الكيمياء التقليدية بدراسة الجسيمات الأولية والذرات والجزيئات والمواد الكيميائية والبلورات وأشكال التجمعات الأخرى للمادة وفي الحالة الصلبة والسائلة والغازية معزولة عن بعضها أو متحدة مع بعضها تنتج التآثرات والتفاعلات والتحولات التي تدرسها الكيمياء من التأثر بين مواد كيميائية مختلفة أو بين المادة والطاقة يدرس هذا السلوك في المعمل وهي ممارسة قديمة ترتبط بعلوم الكيمياء والفيزياء والفلك والتنجيم وعلم المعادن والطب والتحليل الفلسفي وعلي رغم أن هذه العلوم لم تكن تمارس بطريقة علمية كما تعرف اليوم إلا أن الكيمياء تعتبر أصل الكيمياء الحديثة قبل تطوير مبدأ الأسلوب العلمي.

فروع الكيمياء:

تنقسم الكيمياء بصفة عامة إلى عدة فروع رئيسية، كما يوجد أيضاً تفرعات لهذه الفروع, وموضوعات ذات تخصص أكبر داخل هذه الفروع

١- الكيمياء التحليلية :وهي تحليل عينات من المادة لمعرفة التركيب الكيميائى لها وكيفية بنائها

٢-الكيمياء الحيوية:وهي دراسة المواد الكيميائية، والتفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية

٣- الكيمياء غير العضوية: وهي دراسة خواص وتفاعلات المركبات غير العضوية ولا يوجد هناك حد واضح للتفريق بين الكيمياء العضوية وغير العضوية، كما أن هناك تداخل كبير بينهما, ويكون أهمه في فرع آخر يسمى كيمياء الفلزات العضوية.

٤- كيمياء عضوية:وهي دراسة تركيب، وخواص، وتفاعلات المركبات العضوية

٥- الكيمياء الفيزيائية :هي دراسة الأصل الفيزيائى للتفاعلات والأنظمة الكيميائية ولمزيد من التحديد فإنها تدرس تغييريات حالات الطاقة في التفاعلات الكيميائية ومن الفروع التي تهم الكيميائيين المتخصصين في الكيمياء الحرارية، الكيمياء الحركية، كيمياء الكم، الميكانيكا الإحصائية علم الأطياف

الكيمياء الخضراء ويشير مصطلح الكيمياء الخضراء إلى تصميم منتجات، وعمليات تصنيع منتجات كيميائية تخفض أو تزيل توليد واستعمال المواد الخطرة بدأت هذه الممارسات في الولايات المتحدة الأميركية بعد التصديق على قانون منع التلوث لعام ١٩٩ ، الذي أرسى سياسة قومية لمنع أو تخفيض مستوى التلوث عند المصدر حيثما كان ذلك عملياً

وقد قضى القانون أيضاً باعتماد طريقة للانتقال إلى ما يلي البرامج التقليدية التي تقوم بها وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، واستكشاف استراتيجيات خلاقة لحماية البيئة وصحة الإنسان استناداً إلى القانون المذكور، فان عملية تخفيض التلوث عند المصدر مختلفة فى الأساس ومرغوبة أكثر من إدارة النفايات ورصد مستوى التلوث

وإثر التصديق على هذا القانون، بدأ مكتب منع التلوث والمواد السامة لدى وكالة حماية البيئة الأميركية البيئة، بدرس فكرة تطوير أو تحسين المنتجات الكيميائية وعمليات تصنيعها لتقليل مخاطرها في عام ١٩٩ أطلق هذا المكتب برنامجاً نموذجياً نص للمرة الأولى على تقديم منح لمشاريع الأبحاث لتشمل ابتكار أساليب لمنع التلوث في تركيب المواد الكيميائية.

تعريف الكيمياء الخضراء:

هو ذلك الفرع من علم الكيمياء الذي يعني بتصميم عمليات ومنتجات كيميائية أكثر رفقاً بالبيئة وتشمل بذلك وجوه وأشكال الطرق الكيميائية التي تقلل من الأثر السلبي على صحة الإنسان وبيئته بالإقلال او الإقلاع عن استخدام أو إنتاج المواد ذات الخطورة الشديدة.

وتهدف إلى تقليل الإنبعاثات الناتجة من عمليات التصنيع الكيميائي الأخرى إلى أقل مدى ممكن كما تهدف إلى ابتكار مواد كيماوية جديدة تعود بالخير على البيئة ومواد كيماوية تعمل كبدائل عن المواد الكيماوية الأخرى التى تعود عمليات تصنيعها بنتائج سلبية على البيئة.

أو تعمل كبدائل عن المواد الكيماوية المستخلصة من الأنواع الحية المهددة بالانقراض مثل الزيوت الكبدية والتى تهدد عمليات استخلاصها من الحيتان وأسماك القرش بانقراض تلك الأنواع بشكل تام خلال عقود قليلة.

بدأت ممارسة الكيمياء الخضراء في الولايات المتحدة عام ١٩٩ بعد توقيع قانون منع التلوث والذي هدف إلى حماية البيئة عن طريق تخفيض الإنبعاثات الضارة من المصدر نفسه .

وبموجب القانون قامت حكومة الولايات المتحدة بتقديم منح لتطوير المنتجات الكيمائية من خلال المعاهد والجامعات المختلفة لتقليل مخاطر تلك المواد .

وتطورت أهداف المنح المقدمة لإنتاج مواد كيميائية تعمل على معادلة المواد الضارة و تقليل التلوث ووضع بدائل للمواد الكيمائية التى تؤدي عمليات استخلاصها لتلويث البئية.

وتسعى الكيمياء الخضراء لجعل علم الكيمياء علماً متكاملاً عن طريق تقليل ما يسببه التصنيع الكيميائي الهام لصناعات الدواء وصناعات البترول والبلاستيك من تلوث بمنع تكون هذا التلوث في المقام الأول .

لماذا يتعاظم الاهتمام بالكيمياء الخضراء ؟

للإجابة على هذا السؤال يجب أن يكون لدينا أولا فهم لطبيعة المشكلة ؟ يوجد جدل واسع حول طبيعة المواد الخطرة على البيئة نتيجة لإطلاق المركبات الكيميائية المصنعة فى البيئة ، وهناك شك قليل لدرجة عدم اليقين فى المعلومات حول السمية والتأثير البيئى وحتى طرق التحليل للمواد الكيميائية وهل ترجع الأخطار التى نلاحظها للقضاء والقدر وهذه المسائل كلها لم تحل بعد لذلك سيستمر الجدل حولها لأجيال قادمة لذلك فهناك اختياران منطقيان للمجتمع العلمى أولا : إما أن يسمح لهذا الشك المشار إليه أن يستمر فى شل حركة المحاولات الهادفة للحفاظ على صحة الإنسان وسلامة البيئة والاختيار الثانى : ويتبناه الفرع الجديد وهو الكيمياء الخضراء وذلك بقبول حقيقة أن إطلاق المواد الكيميائية فى البيئة يسبب بعض الزيادات الإضافية فى المخاطر على صحة الإنسان والبيئة ويمكن تجنب هذه المخاطر تماماً من خلال استخدام طرق فى التصنيع تكون فنياً واقتصادياً قابلة للتطبيق بواسطة المجتمع العلمى الكيميائى

الكيمياء الخضراء من الكتاب والسنة:

أصل الكيمياء الخضراء بمفهومها الشامل علم جديد قديم إذا نظرنا إلى مبادئه السامية التي تهدف إلى الحفاظ على الإنسان ومحيطه العام بكل مكوناته وذلك بالرجوع إلى الطبيعة وكل ما هو صحي فبعد أن ضاع الكثير وتغير المناخ والطبيعة والحيوان وكذلك الإنسان، فكر أخيراً علماء الأرض في الرجوع إلى كل ما هو طبيعي .

جاء في كتاب الله العزيز وسنة رسوله الكريم ص كل مبادئ الكيمياء الخضراء وأفضل منها؟ فلقدقال تعالى: (ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ)(١) فالبيئة تعاني والحيوانات والبشر كذلك تعاني من مخلفات الصناعة غير المنضبطة والتي لم تُضبَط سلبياتها ولم تُراجَع ولم تُحَل منذ بداية الثورة الصناعية قبل أكثر من قرن من الزمن وصدق الله العظيم الذي يبين لنا الأذى الذي أصاب الأرض يابسها وبحرها والذي تسبب فيه العامل البشري لا غير وقال رسول الله ص في مجال نظافة المحيط: (اتقوا الملاعن الثلاثة، البراز في الموارد وقارعة الطريق والظل)(٢) ، وهذا لأهمية الحفاظ على محيطنا من التلوث بكل أنواعه ، كما قال ص لا ضرر ولا ضرار

إن أهم مبادئ الكيمياء الخضراء التي تدعو إلى الرجوع إلى كل ما هو طبيعي وصحي تذكرنا بقوله تعالى: (لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ) فالرجوع إلى الكتاب والسنة هو الحل لكل مشاكل الكرة الأرضية:

- بالابتعاد عن تلويث المحيط الذي يؤذينا ويؤذي غيرنا، والحفاظ على صحة الإنسان والمحيط باستعمال التصنيع غير الضار، قال تعالى: (وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَكُمْ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ)(٣) فإصلاح الأرض وما عليها خير لنا في دنيانا وديننا لأنه أمر الله وهو عبادة

- الإقتصاد في الطاقة والمال اللازم للمراحل الكيميائية عدم تبذير الطاقة الحالية والبحث عن مواد لتخزينها،قال تعالى : (إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا)[١] فالاستعمال غير المنتظم للطاقة يعود سلبا على البيئة بإنتاج أكبر لمواد ضارة

- تصنيع مواد علاج غير سامة لها القدرة على التعرف على هدفها بسهولة،والتي لا نجد أمثالها إلا في كل ما هو مستخلص من الطبيعة،قال تعالى : (قَالَ رَبُّنَا الَّذِي أَعْطَى كُلَّ شَيْءٍ خَلْقَهُ ثُمَّ هَدَى)[٢] ، فالله قدر قدراً وهدى الخلائق إليه، كما قال ص (وكل ميسر لما خلق له)

- استعمال مذيبات جديدة للمواد العضوية غير ملوثة ولا سامة، كتفادي استعمال الكحوليات مثلاً لصناعة بعض الأدوية وتعويضها بما هوصحي أكثر، قال ص (إن الله لم يجعل شفاءكم في ما حرم عليكم)

- استعمال طاقات مغايرة غير عضوية ومتجددة، كالرياح والأنهار وغيرها، قال تعالى: (وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا)[٣] وقال : (وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ)[٤]

- البحث عن طرق جديدة للتصنيع ودراسة الناحية النظرية قبل التطبيق، قال تعالى : (وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ)

- مراقبة التلوث والعمليات الكيميائية والحفاظ على نوعية البيئة باستعمال طرق تحليلية دقيقة، قال ص : (كلكم راع وكلكم مسؤول عن رعيته)

- تطوير دراسات كيميائية مضمونة لتفادي الحوادث،والاحتراقات، والانفجارات وانبعاث المواد الخطيرة، واستعمال مواد قابلة للتحلل طبيعياً لتقليص أثرها على الطبيعة.

فكل هذه الأعمال التي أمرنا الله بها ورسوله قبل قرون، إنما هي لفائدة الإنسان وبيئته وكذلك له بها صدقات وقربى من الله العلي القدير، كما قال رسول الله ص: (وإماطة الأذى عن الطريق صدقة) وهي صحة البيئة والإنسان كذلك، فلو اتبع الإنسان نهج الشريعة السمحة لما وصلت حالة البيئة والطبيعة والإنسان والحيوان إلى ما هي عليه في الوقت الحاضر ولما احتاج البشر إلى توصيات ومعاهدات دولية، اتبعها من اتبع وتركها من ترك قال تعالى: (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَتُصْبِحُ الْأَرْضُ مُخْضَرَّةً إِنَّ اللَّهَ لَطِيفٌ خَبِيرٌ) (١).

الباب الثانى
مخاطر الكيمياء

المواد الخطرة:

هي أي مادة صلبة أو سائلة أو غازية قد تؤذي البشر أو الأحياء الأخرى أو الأملاك أو البيئة وهناك مصطلح يستخدم غالباً وحصرياً في الولايات المتحدة هو (hazmat) ينشأ الخطر الكيميائي من التلوث الناتج عن المواد الكيميائية الضارة.

وقد تكون المادة الخطرة عبارة عن مادة مشعة، أو سريعة الاشتعال ، أو متفجرة ، أو سامة ، أو أكّالة ، أو خطرة أحيائياً ، أو مؤكسدة، أو خانقة، أو ممرضة، أو مسببة للحساسية، أو ذات خواص تجعلها خطرة في بعض الظروف ويحتاج تخفيف المخاطر المصاحبة للمواد الخطرة إلى تطبيق محاذير السلامة خلال تداول هذه المواد كالنقل، والتخزين، ثم التخلص منها لاحقاً ومعظم البلدان تنظم المواد الخطرة وفق القانون، وهي تخضع للعديد من الاتفاقيات الدولية أيضاً. ويرتدي الشخص الذي يتعامل مع المواد الخطرة لباساً خاصاً، كما أن لفوج الإطفاء وحدة خاصة مؤهلة للتعامل مع الحوداث الخاصة لهذه المواد والأشخاص الذين يتداولون هذه المواد أو يحتمل تماسهم معها يجب أن يخضعوا لمراقبة صحية للتأكد من أن تعرضهم لم يتجاوز حدود التعرض المهني وقوانين وضوابط استعمال المواد الخطرة تختلف بحسب تأثير وحالة المادة الخطرة فقد تكون المحاذير والمتطلبات لاستعمال المادة الخطرة في المعمل مختلفة عنها عند النقل أو البيع للمستثمر وتقسم المواد الخطرة إلى عدة أصناف تبعاً لخواصها الكيميائية المسببة للمخاطر.

الغازات السامة : على الرغم من أن المجتمعات القريبة من الجهات التي تتعامل مع مصادر مشعة أو مواد كيماوية تكون أكثر عرضة لمخاطر جسيمة عند وقوع كوارث إلا أن هذه الكوارث يمكن أن تحدث فى أي مكان نظرًا لأن هذه المواد الخطرة تنقل يوميًا على الطرق البرية والبحرية، والكثير منها لا طعم له ولا رائحة.

وفى حين أن آثارها يمكن اكتشافها عن طريق مظاهر تأثيرها على الإنسان، كانهمار الدموع أو الإصابه بالدوار.

ومن المواد الخطرة المواد المشعة والمتفجرات والغازات القابلة للاشتعال والسامة والمضغوطة والمواد الصلبة القابلة للإشتعال أوالتي تشتعل عند البلل أو تلك التى تشتعل تلقائيًا والبيروكسيدات والمواد المتفاعلة مع الماء لتولد غازات مشتعلة أو غازات سامة والمواد الكيماوية المسببة للتآكل، والأسمدة الكيماوية،ومبيدات الآفات الزراعية - .الغازات السامة:هي مواد كيميائية تستخدم في الحروب لغرض أو قتل أو تعطيل القوة البشرية عن المقاومة.

- الغرض من آستخدامها-: إزهاق العديد من الأرواح البشرية- إضعاف الروح المعنوية - شل الإنتاج الصناعي والزراعي - تعطيل العمل في المرافق والمؤسسات العامة

- أنواع الغازات السامة:هناك أنواع كثيرة من الغازات منها ستة معروفة وتنقسم حسب وظيفتها إلى:

- أولاً: مواد كيميائية سامة قاتلة; غازات الأعصاب ,تعرف بمركبات الفسفور العضوية وتنقسم إلى نوعين حسب تطايرها وتبخرها وهي:
أ- سريعة التبخر:من أشهر أنواعها غاز التابون، غاز السارين، غاز السومان، جي أف.

ب- بطيئة التبخر وتسمى المستمرة:الباقية لمدة طويلة من أنواعه غاز في أكس والخاصية الزيتية لهذه المادة تطيل فترة بقائها إلى عدة ساعات.

إجراءات الوقاية : تتم إجراءات الوقاية في حالة التلوث بالمواد الكيميائية وخاصة السائلة منها عن طريق:

- السيطرة على المناطق الملوثة بعزلها وذلك لتنظيم العمل داخل تلك المنطقة.
- وضع قيود ملائمة لمنع الحركة من وإلى تلك المناطق.
- القيام بواجبات الوقاية والتطهير اللازمة.
- تزويد الوحدات والأفراد بوسائل التطهير.
- توفير مختلف المواد المذيبة والمخفضة للعوامل الكيميائية مثل : البنزين- النفط الأبيض-الكحول- الزيوت- الماء والصابون وغيرها من المواد المطهرة.
- إستخدم مواد خاصة في عملية التطهير الجاف والتي يفضل آستخدامها كثيرًا عن الماء والصابون أو الماء بمفرده وذلك لصعوبة التخلص من هذه الفضلات السائلة.
- إستخدام محلول ملح لتطهير العين ، ويصب المحلول من المنطقة الجانبية لأعلى الأنف مع المحافظة على إبقاء العين مفتوحة ويجمع المحلول الخارج منها في حوض لسهولة التخلص منه.
- يجب على المسعف إتخاذ الإحتياطات اللازمة لحماية نفسه وذلك بارتداء القفازات الواقية المخصصة لهذه المهمة.
- يجب عدم إستخدام الأطعمة المكشوفة أو المحفوظة في أكياس أو لفافات ورقية وينبغي إعدامها وعدم إستخدام الماء بمجرد الشك بأنه ملوث.

- يمكن الإستعانة بالدفاع المدني والخدمات الطبية في عمليات التطهير وآكتشاف تلوث الأسلحة والمعدات والطعام والماء.
- يفضل أن يكون الأطفال بصحبة أحد أفراد العائلة البالغين لصعوبة إجراء عملية التطهير اللازم لهم .

سجل التأثير السام للمواد الكيميائية:

إن سجل التأثيرات السامة للمواد الكيميائية عبارة عن قاعدة بيانات للمعلومات المتعلقة بسمية المواد المجمعة من المؤلفات العلمية المفتوحة دون الإشارة إلى صحة أو فائدة الدراسات المعلنة

حتى عام ٢ ١ كان المعهد الوطني للسلامة والصحة المهنيتين الأمريكي مسؤولا عن السجل وحرية نشره والآن تنشره شركة سايميكس تكنولوجيز مقابل دفع رسوم أو عن طريق الاشتراك

ودُون في هذا السجل القيم السمية العددية المحدد بالإضافة إلى الأنواع التي شملتها الدراسة ومسار الإدراة المُستخدمة كما تمت إضافة قائمة المراجع لجميع البيانات الموجودة إلا أن هذه الدراسات لم تُقيم على الإطلاق

كان نشاط سجل التأثيرات السامة للمواد الكيميائية مفوض من قبل الكونجرس الأمريكي, وأُنشئها القسم ٢ من صك السلامة والصحة المهنية من عام ١٩٧ النسخة الأصلية, المعروفة باسم قائمة المواد السامة نُشرت في يونيو ٢٨, ١٩٧١, وتضمنت بيانات علمية خاصة بالسموم لما يقارب ٥ مادة كيميائية ومن ثم تغير اسمها إلى اسمها الحالي سجل التأثيرات السامة للمواد الكيميائية في يناير ٢ ١ أحتوت قاعدة البيانات على ١٥٢,٩٧ مادة كيميائية في ديسمبر ٢ ١ نُقلت RTECS من المعهد القومي للسلامة والصحة المهنية إلى الشركة الخصوصية إل سيفاير إم دي إل وحصلت سيمايكس على MDL من إلسيفاير في ٢ ٧ وأصبحت قاعدة بيانات السموم ملكاً للشركة ومتوفرة بعدة لغات هي الإنجليزية, والفرنسية والأسبانية, وعُرضت من قبل المركز الكندي للسلامة والصحة المهنية , وعلى القرص المدمج وكصيغة إنترنت قاعدة البيانات متوفرة أيضاً على الإنترنت من (المؤسسة الوطنية لخدمات المعلومات) و(خبراء النشر).

المواد الكيميائة السامة:

تتميز جميع المواد الكيميائية بدرجة ما من السمية فالخطر الصحي لمادة كيميائية معينة هو في المقام الأول دالة على السمية والتعرض وربما تكفي اجزاء قليلة فقط من البليون من مركب محتمل السمية كالديوكسين على سبيل المثال لإحداث ضرر صحي اثر التعرض لفترة قصيرة وعلى النقيض من ذلك ربما يكون من الصعب أن تتسبب حتى جرعات كبيرة من مركبات أخرى مثل اكسيد الحديد أو المغنيسيوم في إحداث أي مشكلة إلا بعد فترات تعرض طويلة وكان من التطورات المهمة أثناء العقدين الماضيين التحول من التركيز على مجرد الآثار الصحية الحادة للمواد الكيميائية، إلى التركيز على الآثار المزمنة أيضاً كما أن هذه الآثار المزمنة التي تشمل العيوب عند الميلاد والاضطرابات الجينية والعصبية بالاضافة إلى السرطان تثير قلقاً خاصاً للجمهور وهذا ما يجعل اتخاذ قرارات تنظيمية أمراً أكثر وضوحاً وصعوبة في آن واحد.

ويزيد من تفاقم المشكلة حقيقة ان غالبية المواد الكيميائية لم تختبر بدرجة كافية لتحديد درجة سميتها فقد تبينت دراسة اجراها المجلس الوطني للبحوث بالولايات المتحدة انه لا توجد معلومات كافية لاجراء تقييم كامل للأخطار الصحية إلا لنسبة تقل عن ٢ في المائة من المواد الكيميائية المنتجة تجاريا، وأنه لا تتوفر معلومات كافية لإجراء حتى تقييم جزئي للمخاطر إلا لنسبة ١٤ في المائة فقط وأعلنت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي مؤخراً خططاً لدراسة حوالي ١٥ مادة كيميائية (ينتج كل واحد منها بكميات تتجاوز ١ طن في السنة) تتوفر عنها اية معلومات ومن الناحية الفعلية لا يعرف اي شيء عن آثار هذه المواد على البيئة حتى على الرغم من انها تمثل ٩٥ في المائة من المواد الكيميائية المستخدمة على نطاق العالم.

وسيشمل الاختبار الأول ١٤٧ مركبا لا تتوفر اية معلومات عن سميتها؛ ويتم انتاج ٧ من هذه المركبات بكميات تتجاوز لكل منها ١ طن سنويا وقد جمعت معلومات عن خصائص مختلف المواد الكيميائية السامة وتبذل جهود لتقييم سميتها وآثارها الخطرة

وتطلق المواد الكيميائية السامة في البيئة اما مباشرة نتيجة للاستخدامات البشرية (على سبيل المثال المبيدات المختلفة) واما بطريقة غير مباشرة كتدفقات لنفايات مختلف الأنشطة البشرية كالتعدين والعمليات الصناعية والترميد واحتراق الوقود والأنشطة الأخرى والمواد الكيميائية يمكن ان تطلق في شكل جامد أو سائل أو غازي، كما يمكن ان تطلق إلى الهواء أو المياه أو الأرض ويعتبر توزيع ومصير المواد الكيميائية في البيئة عملية بالغة التعقيد تحكمها الخصائص الفيزيائية - الكيميائية للمواد الكيميائية والبيئة ذاتها ولا يقتصر وجود كثير من المواد على المنطقة القريبة من مصدر اطلاقها وانما تنتقل على النطاق المحلي والإقليمي والعالمي لتسبب تلوثا واسع النطاق للبيئة فقد ادى استخدام المبيدات في كاليفورنيا على سبيل المثال الى تلوث الضباب في المنطقة وقد عثر مؤخرا في الضباب في مناطق بعيدة عن تلك التي استخدمت فيها المبيدات على ١٦ نوعا من المبيدات ومنتجاتها البديلة كما ان ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة قد انتقلت بواسطة الغلاف الجوي من مصادر اطلاقها في البلدان الصناعية الى مناطق بعيدة قرب القطب الشمالي ونتيجة لاستهلاك الأسماك والثدييات المائية الملوثة في المقام الأول فان سكان منطقة القطب الشمالي يعانون مستويات تقرب من السمية بسبب التعرض لثنائيات الفينيل المتعددة الكلورة وتشمل الأمثلة الأخرى للتوزيع عبر الحدود لهذه المواد الكيميائية السامة الـ DDT و الزئبق والرصاص والمعادن والأخرى والـ e

كما ان القلق بشأن التلوث الكيميائي العالمي المتزايد قد اثبتته مؤخرا آثار المواد الكلورية الفلورية الكربونية وغيرها من المواد الكيميائية على طبقة الأوزون وآثار غازات الاحتباس الحراري على المناخ.

تصنيف المواد الخطرة:

إن الخطوة الأولى والأكثر أهمية التي تقود إلى استخدام آمن للمادة الكيميائية هي معرفة هويتها وأخطارها الذاتية والصحية والبيئية وطرق السيطرة عليها تصنيف المواد الكيميائية الخطرة : ويتم وفقا لمخاطرها الذاتية والصحية والبيئية على النحو التالي :

الخطورة الذاتية : وتشير إلى الخصائص الفيزيائية - الكيميائية التي تتضمنها المادة الكيميائية والتي تؤدي بعض الظروف إلى انعكاسات خطرة لها على صحة الإنسان والممتلكات والبيئة وتصنف المادة الكيميائية تبعا لخطورتها الذاتية في إحدى المجموعات التالية : المواد القابلة للانفجار , المواد القابلة للاشتعال , المواد المؤكسدة والمواد النشطة إشعاعيا
الخطورة الصحية : وتشير إلى الخطورة التي تتضمنها المواد الكيميائية من جهة إحداثها تأثيرات صحية فورية أو مؤجلة على صحة الأفراد المعرضين لها بما في ذلك التأثيرات الفورية أو المؤجلة على النسل , وتصنف المادة الكيميائية تبعا لخطورتها الصحية في إحدى المجموعات التالية : المواد السامة , المواد المهيجة , المواد الأكالة , المواد المحسسة , المواد المطفرة , المواد المؤثرة على الوظيفة الإنجابية , المواد المؤثرة على وظائف الجملة العصبية , المواد المسرطنة .

الخطورة البيئية : وتشير إلى الخطورة التي يمكن أن تشكلها مخلفات المواد الكيميائية السائلة والصلبة والغازية على عناصر البيئة العامة تربة , مياه غطاء , نباتي , حيوان وعلى الغلاف الجوي وبالاضافة إلى تصنيف المواد يجب أن تحمل المادة الكيميائية العلامات والارشادات الارشادية والتي تشير إلى الاشكال الرمزية المتعارف عليها في مجال تصنيف وتعريف وعنونة المواد الكيميائية الخطرة وتوضح هذه الاشكال مجالات استخدام المواد الكيميائية ويجب أن يتم اختيار العلامات الارشادية بحيث تتناسب مع الخصائص الأكثر خطورة للمادة الكيميائية

ويجب على أصحاب العمل الذين يحصلون على المواد الكيماوية دون وضع علامات توضيحية ألا يستخدموها قبل الحصول على المعلومات الكافية لامان الاستخدام من المورد أو من أي مصدر متاح وتستخدم بطاقات التعريف المتنوعة في نظام السلامة الكيميائية بهدف إعطاء معلومات سريعة وفورية وسهلة الفهم لناقل ومتداول ومستعمل المادة الكيميائية تمكنه من الوقوف بشكل ملائم على مختلف المخاطر التي تتضمنها المادة الكيميائية التي يكون على صلة بها كما توفر هذه البطاقة المعلومات والارشادات والتدابير الواجب اتخاذها في شروط التداول المعتادة للمادة والحالات الطارئة بهدف تفادي أي نتائج خطرة يمكن أن تنجم عن أي تداول أو استخدام خاطئ أو ظروف بيئية يمكن أن تشكل مصدر خطورة.

طرق دخول المواد الكيميائية إلى الجسم:

طريق التنفس : تدخل المواد المحمولة في الهواء إلى الجسم بالطريق التنفسي وتشمل المواد المستنشقة وهي الغازات , الأبخرة , الرذاذ , الأدخنة والغبار

ويتم امتصاص الملوثات الكيميائية في جميع أقسام الطرق التنفسية بما فيها الأغشية المخاطية للأنف ويتوقف ذلك على الخواص الفيزيائية والكيميائية للملوث الكيميائي وعلى البنية الفيزيولوجية للجهاز التنفسي طريق الجلد : على الرغم من أن الجلد يعمل كحاجز لأغلب المواد المتواجدة بشكل طبيعي ألا أن الكثير من المواد المنحلة في الدهون تستطيع اختراق خلايا ظهارة الجلد المغطاة بالمفرزات الدهنية والوصول إلى الادمة وبذلك تشكل بعض المواد الكيميائية الصناعية كالمذيبات خطرا على الصحة بسبب الامتصاص الجلدي وخاصة في حال وجود الجروح والخدوش أو جفاف الجلد.

طريق الهضم : يتم التسمم المهني عن الطريق الهضمي بتناول الطعام أو الشراب أو التدخين بأيدي ملوثة بمواد كيميائية اثناء العمل أو لدى الابتلاع الخاطئ كما في الحوادث أخيرا الانتقال عبر مشيمة المرأة الحامل إلى الجنين.

أشكال التأثيرات:تعتمد التأثيرات المؤذية للمواد الكيميائية على سميتها وكذلك التعرض اذ يعتمد مستوى التعرض على طريقة استخدام وتركيز المادة الكيميائية وفترة التماس معها

التأثيرات الحادة والمزمنة : إذ تظهر التأثيرات الحادة مباشرة أو بعد فترة قصيرة جدا من التعرض للمادة الكيميائية بعد دخولها إلى الجسم بتراكيز عالية نسبيا دفعة واحدة أو عدة دفعات كبيرة خلال فترة قصيرة أما التأثيرات المزمنة فتظهر نتيجة التعرض المتكرر إلى تراكيز منخفضة من المواد السامة ولفترة طويلة من الزمن وهو غالبا مهني المنشأ

التأثيرات الموضعية والجهازية : وتنجم التأثيرات الموضعية عن استجابات فيزيولوجية في موقع التماس طرق التنفس , الجلد والعين , الأغشية المخاطية أما التأثيرات الجهازية فهي تأثيرات معممة تؤدي إلى حدوث تغيرات في الوظائف الطبيعية لأجهزة الجسم المختلفة الأعضاء والأجهزة المستهدفة : إن درجة التأثير السمي للمادة لا تكون واحدة لدى جميع الأعضاء اذ يتأثر عضو أو اثنان أكثر من غيرهما لذا فهي تسمى بالأعضاء أو الأجهزة المستهدفة لسمية مادة معينة فالجهاز العصبي المركزي غالبا ما يكون مستهدفا في التأثيرات الجهازية للمواد الكيميائية , تليه أجهزة دوران الدم والكبد والكلى والرئة والجلد أما العضلات والعظام فهي الأعضاء المستهدفة لقليل من المواد بينما تكون أجهزة التكاثر الذكرية والأنثوية حساسة للعديد من المواد .

التداخلات : أن تأثير التعرض المتزامن لاثنين أو أكثر من المواد يمكن أن يختلف عن تأثير جميع بسيط كأن يكون التأثير المشترك للمواد اكبر من مجموع التأثيرات المستقلة لها أو يمكن لإحدى المادتين أن تبطل تأثير الأخرى أو يمكن للمادة في بعض الأحيان إلا تسبب اذية بحد ذاتها لكنها تجعل تأثيرات المادة الأخرى أسوأ .

عواقب الإستعمال المفرط للمواد الكيميائية:

الأسمدة والاضافات الغذائية والأدوية ومواد التنظيف والوقود وما إلى هنالك من مواد كيميائية تنجم عنها مخاطر جسيمة في حالة استخدامها غير الآمن على صحة الإنسان والبيئة معا فما هي طرق دخول المواد الكيميائية إلى الجسم ? وما هي أشكال التأثيرات الصحية وهل يجب تصنيف وتعريف وعنونة المواد الخطرة منها حتى يكون استخدامها آمن

لقد أصبحت المواد الكيميائية جزءا من حياتنا , تدعم العديد من الأنشطة , فهي ضرورية لغذائنا كالأسمدة والاضافات الغذائية ولصحتنا كالأدوية ومواد التنظيف ولراحتنا كالوقود إلا أن هذه المواد قد تعرض صحتنا للخطر وتلوث بيئتنا في حال عدم استخدامها بالشكل الملائم ويستخدم حوالي مائة ألف مادة كيميائية على نطاق عالمي , ويدخل إلى الأسواق كل عام حوالي ألف مادة كيميائية جديدة , إذ أصبح إنتاج واستخدام المواد الكيميائية من العوامل الأساسية في التطور الاقتصادي لجميع الدول النامية والمتطورة وزيادة الإنتاج تعني زيادة في عمليات التخزين والنقل والتداول والاستخدام والتخلص من النفايات ودورة الحياة الكاملة هذه للمادة الكيميائية يفترض أن تؤخذ بعين الاعتبار لدى تقييم أخطارها وفوائدها ولا تقتصر مخاطر المواد الكيميائية على العمال الذين تتطلب مهنتهم التعامل مع هذه المواد فقد نكون نحن معرضين للأخطار الكيميائية في منازلنا عبر سوء الاستخدام أو بشكل عرضي أو نتيجة لتلوث البيئة بها اذ أن المواد الكيميائية قد تلوث الهواء الذي نتنفسه والماء الذي نشربه والطعام الذي نتناوله ويمكن القول انه لا توجد مادة آمنة , فجميع المواد الكيميائية قد تكون سامة وقادرة على إحداث أذى أو تأثير غير مرغوب على صحة الفرد وبدرجات مختلفة ويرتبط ذلك بخصائص المادة الكيميائية وجرعة التعرض وطريقة دخول المادة إلى الجسم ومقاومة الشخص وتأثيرات المواد الكيميائية الأخرى عند التعرض المشترك لها وهذه العوامل مجتمعة يمكن أن تؤثر على فعالية سمية المادة إلا أنه يمكن التوصل إلى مستوى التعرض الآمن للمادة الكيميائية عبر اتخاذ إجراءات السيطرة الملائمة في بيئة العمل ما يجنب حدوث تأثيرات سلبية للمادة في حدود هذا المستوى أو دونه .

الباب الثالث
الكيمياء الخضراء

العلاقة بين الكيمياء والبيئة:

بدأت علاقة الإنسان بالبيئة منذ نشأته على الأرض بالخوف من أخطارها وقسوتها وجهله بالتعامل مع أسرارها فأخذ يعمل ويناضل ويكافح من أجل تطويعها لمتطلباته وتأمين حياته ليحمى نفسه من أخطارها ومع تطور حياته بدأ يتعمق فى أسرار الكون ومظاهر البيئة فقامت بينهما علاقة تناغم وتوافق متبادل يستثمر البيئة فتعطيه مقومات الحياة بقدر ما يبذل فيها من جهد ووصل الإنسان إلى عصر العلم والتقنية واهتدى إلى الكثير من أسرار الطبيعة وإلى ما فى البيئة من تفاعلات بين المادة والطاقة وصارت مهمة علمه أن يوظف البيئة فى خدمته ليحقق لنفسه مستوى أفضل وقد أسهمت الكيمياء بالدور الأعظم فى هذه النهضة الحضارية التى شملت شتى مجالات الحياة ثم تحول هذا التناغم بين الإنسان والبيئة إلى عداء مرة أخرى فقد أسرف الإنسان إسرافا شديداً فى استغلال أشياء كثيرة أخلت بهذا التناغم

فقد أسرف فى استغلال الثروات الطبيعية من مصادر الوقود وخامات معدنية وغيرها حتى بدأت مصادرها تشح بن يديه كما أسرف فى النشاط الصناعى فلوث الأنهار والبحار والهواء وأفسد الأرض الزراعية بإسرافه فى استخدام المخصبات والمبيدات

وتباينت الآراء حول من كانت الكيمياء صناعتهم – فرأى بعض الناس أن الكيميائيين هم ملائكة الرحمة الذين قدموا للبشرية بضاعتهم التى وفرت للشعوب سبل الرفاهية التى تأسست عليها حضارتهم فى مختلف مناحى حياتهم حيث يرى البعض أن للكيمياء الفضل الأعظم فى الثورة الطبية التى قدمت لهم العقاقير التى قضت على كثير من الأمراض التى دمرت البشرية لآلاف السنين فامتدت أعمارهم إلى معدلات لم تعرفها البشرية من قبل فقد ارتفع متوسط عمر الفرد من ٤٧ عاما فى سنة ١٩ إلى ٧٥ عاما فى التسعينات.

كما أنتجت الكيمياء المخصبات الزراعية ومحفزات النمو والمبيدات الحشرية فزادت المحاصيل وتنوعت أصنافها لتوفر الغذاء لهذه الزيادة المتسارعة فى عدد السكان كما واكب التطور الكبير فى علم الكيمياء تطوير وازدهار الحياة المادية لبلايين الأفراد من الملبس والمسكن وغيرهما.

وفى الجانب الآخر رأى بعض الناس أن الكيميائيين هم شياطين الجن الذين دأبوا على تدمير الإنسان والبيئة فتفاعلاتهم النووية أبادت ملايين البشر ومتفجراتهم (والتى منحوا عليها جائزة نوبل للسلام) وأسلحة الدمار الشامل من أسلحة كيميائية وبيولوجية وغيرها بجانب مخلفات صناعاتهم الكيميائية التى تقضى على الزرع والضرع والتى لوثت الماء والهواء والتربة وتسببت فى أمراض جديدة لم تعرفها البشرية من قبل هذا إلى جانب الكوارث البيئية العديدة من تغير فى المناخ والاحتباس الحرارى وتدمير طبقة الأوزون وحتى عهد قريب لم يكن العالم مهتما بتأثير المواد الكيميائية على صحة الإنسان وسلامة البيئة وفى عام ١٩٦٢ ظهر كتاب الربيع الصامت للكاتبة راشيل كارسون الذى تحدثت فيه بإسهاب عن أثر بعض المبيدات الحشرية على بيض طيور متعددة وكيف تسببت مبيدات الـ DDT ومبيدات حشرية أخرى فى تأثيرات قاتلة من خلال تسللها إلى السلسلة الغذائية وكيف أن هذه المبيدات ثابتة كيميائياً ويتطلب تحللها سنوات عديدة

وهنا دق ناقوس الخطر فهبت المجتمعات وطالبت بوضع قواعد منظمة لتصنيع واستخدام هذه المبيدات والحد من استخدامها أو إيجاد بدائل أخرى أقل خطورة على صحة الإنسان وسلامة البيئة وفى عام ١٩٨٦ سجلت الولايات المتحدة قائمة بعدد كبير من الكيماويات السامة التى تطلقها القطاعات الصناعية المختلفة إلا أن هذا العدد هو جزء صغير من بقية الـ ٨ نوع من الكيمياويات المستخدمة حالياً فى الصناعة والتى يتزايد عددها يوماً بعد يوم ومن المؤكد أن جزءاً كبيراً منها يحمل سمية معينة .

وقد سجل عام ١٩٩٤ فى الولايات المتحدة وحدها انطلاق أكثر من ٢٢٦ بليون رطل لأكثر من ٣ مادة خطره إلى البيئة ولكى نستوعب مقدار هذه الكمية نذكر أنه عند قراءة صفحة من هذا الكتاب ينطلق طن كامل من المواد الخطرة إلى البيئة وتعتبر الصناعات الكيميائية هى الأكثر إطلاقا للمواد الكيميائية الخطرة عن بقية القطاعات الصناعية الأخرى حيث يخرج من الصناعات الكيميائية أكثر من أربعة أضعاف المخلفات مثل التى تطلقها الصناعة التى تليها وهى صناعة الفلزات ولقد أدت هذه الأضرار إلى عقد العديد من المؤتمرات وكذلك إلى سن العديد من التشريعات والقوانين البيئية للسيطرة على الصناعات الكيميائية بدءاً من اختيار الخامات الأولية وطريقة تداولها إلى طرق التصنيع وكذلك المنتجات النهائية والثانوية بجانب معالجة النفايات أو التخلص منها

وظهرت الحاجة لتطوير فروع جديدة من الكيمياء تكون أقل خطورة على صحة الإنسان والبيئة وقد لاقت هذه الحاجة اهتماماً شديداً وأصبح لهذا الأسلوب الجديد فى التقنيات الكيميائية مسميات كثيرة مثل الكيمياء الخضراء والكيمياء الحميدة أو الغير ضارة بالبيئة والكيمياء النظيفة ، اقتصاد الذرة كذلك عدم الضرر عن طريق التصميم الكيميائى وكل هذه المسميات تعنى اهتمام الكيميائى ليس فقط بخواص الجزئيات المستهدفة أو بتأثير مادة ما لكن الاهتمام بتتبع العواقب المرافقة للعمليات الكيميائية ولا يستطيع الكيميائى أن يتجاهل التأثير السلبى للمواد الكيميائية لذلك فهو مضطر وقادر على تطوير أساليب جديدة فى الكيمياء تكون أكثر أماناً وأقل ضرراً.

الكيمياء الخضراء :

العلوم البيئية تتطور مع زيادة المدنية والحضارة واحترام قيمة الانسان وعلو شأنه وتقديره لقيمة العلم ولم لا ؟ فتطورها يزداد مع احتياج الأنسان الشديد لمواجهة خطر الملوثات البيئية المتزايد منذ عهد الثورات الصناعية والتي تؤثر تأثيراً شديداً علي صحته وعلي سلامة غذائه عرفت الجامعات المتقدمة علم البيئة والكيمياء البيئية والسمية البيئية والهندسة البيئية وها هي تعرف علم كهذا واعلن علماء الكيمياء أن بوسعهم تصحيح الأوضاع والحفاظ علي البيئة لهم ولأجيال البشرية القادمة ليس هذا فقط بل في طرق ووسائل ذكية يستطيعون أن ينظفوا بيئتهم من الملوثات المتراكمة عبر السنين وأيضاً يستفيدون من الملوثات النباتية أو الحيوانية في صنع مواد مفيدة بدلا من التفكير في التكاليف للتخلص من هذه الفواقد المهملة فما هو هذا العلم المولود حديثا بين العديد من العلوم البيئية الشقية ويهتم هذا العلم في أساسياته بأبتكار طرق جديدة في الصناعة أو المعامل الكيميائية تهتم بريادة كفاءة الحصول علي النواتج بطرق امنة علي الصحة والبيئة وربما يرجع الفضل في تعريف هذا العلم الوليد والمساهمة في إنتشاره للعالم أنستاس عام ٢ الذي عرفه بأنه ذلك العلم المهتم بالاستفادة المثلي من النواتج الكيميائية في الصناعة وطرق خفض أو تقليل إستعمال وإنتاج المواد الضارة بالصحة وهو نفس التعريف للمنظمة الدولية المتحدة للكيمياء العملية التطبيقية الشهيرة بالأيوبيك وساهمت العديد من المؤتمرات الحديثة في التعريف بأهمية هذا العلم الحديث حيث اشتركت منظمة الأيوبيك العضوية في ورشة عمل لتعريف مبادئ الكيميائيةء الخضراء في مؤتمر الكيمياء للبيئة الذي عقد في فينيس في سبتمبر ٢ ١ في حضور ممثلي المعاهد والمصانع والمجتمعات الكميائية الدولية والمعاهد البيئية ساهم المؤتمر في وجود مواد تعليمية وأدوات ومصادر علمية، ونصائح ضرورية وارشادات، ومساحات تعليمية في خدمة الكيمياء الخضراء ووجود مشاريع تخدم هذا التعليم الجديد.

ومن هذه الأفكار المتعلقة بهذا العلم والتي حددتها الكثير من اللقاءات والمؤتمرات بعض النقاط مثل تقليل الفاقد من البوادئ الصناعية أو المعملية بقدر الإمكان قبل أن يكون من الصعوبة بمكان التخلص من الزيادة من المواد المتفاعلة

واستعمال مواد مشجعة ومحفزة طبيعية كبديل للمواد الكيميائية المعتاد استعمالها ولأن المواد المساعدة والمذيبات سواء في الصناعة أو التفاعلات الكيميائية في غاية الأهمية فقد ابتكر علم الكيمياء الخضراء مواد محفزة غير سامة وامنة لاستبدال المواد التي يصعب التخلص منها ومن أساسيات هذا العلم إستعمال مصادر يمكن إعادة تدويرها وتحسين كفاءة المواد والتركيب الكيميائي لإنتاج منتج بأقل كمية من البوادئ وبكفاءة عالية واستعمال نظم مذيبات حميدة في الصناعة أو المعامل والتي يمكن تدويرها بيئياً أو تفاعلات خالية من أي مذيبات إن أمكن ذلك.

وكما يبدو لنا أن علم الكيمياء الخضراء هو التحدي الذي يواجه الكيميائيين لأنتاج نواتج وطرق وخدمات لتحسين نوعية الحياة والبيئة الطبيعية وسط كم هائل من التنافس الصناعي وهناك مثال لتعاون باهر حدث لشركة دوبونت للدهانات مع شركة فورد لانتاج السيارات أسلوب ابتكرته شركة فورد حيث توفر الشركة الدهانات الكمية التي تحتاجها شركة فورد لأنتاج سياراتها مع نفس العائد المادي أو أكثر من لو أنتجت الدهانات في شركة فورد نفسها لما يتبعه ذلك من فواقد صناعية كبيرة قد تضر علي المدي البعيد علي مثل هذه الشركات الكبيرة في علاقتها بالبيئة النظيفة.

ومن الأمثلة المعملية التي توضح هذا العلم هو الفرق بين اسلوب تقليدي كان متبعا في تخليق مادة الهيدروكوينون من الانيلين باستخدام ثاني أكسيد المنجنيز والحديد فمثل هذه المعادن المستخدمة والتي لها ضرر شديد لايمكن التخلص منها وايضا لايمكن التخلص من الانيلين الزيادة والسلوك المبتكر هو تخليق الهيدروكوينون من مركب الداي هيدروكسي داي فينيل والذي يمكن تحليله وباستخدام الهيدروجين بيروكسيد يتكون الناتج والذي يمكن أن تكون الزيادة منه المادة المتفاعلة مرة أخري، وفي مثال مبتكر اخر استطاع هذا العلم الجديد من اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون أحد الغازات المسببة لظاهرة الصوبة الزجاجية والاستفادة منه في إنتاج بعض الايمينات والاسترات المفيدة بعد أن كان يستخدم مادة الفوسجين السام في مثل هذه التفاعلات

وفي الصناعة أو المعامل يوجد الموضوع الهام في كيفية إختيار المذيبات العضوية لتسهيل التفاعلات العضوية العامة للمذيبات العضوية دوراً هاماً في التفاعلات المعملية ولكن مع تطاير هذه المذيبات وما في ذلك من سميتها العالية تصبح سبباً من أسباب التلوث وأيضاً لاحتمال الانفجار الذي قد يحدث في أي وقت بالمعامل يجعلها بالحق مشكلة صحية وبيئية ونسبة الخطورة العالية قد تأتي أيضاً من تلوث المذيبات بالحق مشكلة صحية وبيئية ونسبة الخطورة العالية قد تأتي أيضاً من تلوث المذيبات مع النواتج أو دواخل التفاعل فالتدريب العام البيئي في المعامل هو التخلص من التنوع الهائل للفواقد العضوية في مكان واحد حيث يصعب الحصول علي مادة نقية واحدة وسط عدد غير بسيط من المذيبات العضوية.

من الأهمية أيضاً أستبدال أو عدم إستعمال المادة السامة حيث يفضل عدم إستعمالها فهناك العديد من المواد المحفزة في التفاعلات مواد معدنية متراكمة صعب التخلص منها كما أن هناك أسلوب تدوير المواد فيمكن تطبيقه في الكيمياء حيث أن فاقد التفاعل يمكن الاستفادة منه كداخل في تفاعل أخر وفصل تجمعات الفواقد مثل تجمع فواقد المذيب هو الزهمية لحفظ الفواقد من تفاعلات مختلفة منفصلة غير مرغوبة حيث يمكن فصل وأعادة استعمال النواتج والاستفادة منها بأقل تكلفة كما أنه يحمي الصرف المعملي من خطورة هذه المذيبات أو الكمياويات المفقودة وكما نعرف فإن أحد الشروط الواجب توافرها في إنشاء المعامل الحديثة هو وجود أماكن مخصصة لصرف مختلف أنواع المذيبات العضوية ومحاولة الاستفادة منها مرة أخري بدلاً من إهدارها

والطرق الخضراء الآمنة هي بالترتيب تقليل الزيادة من المادة المتفاعلة ثم التدوير واعادة الاستعمال ويليها المعاملات الكميائية والتخلص من الفواقد بالطرق التقليدية الفواقد الصناعية والتي لابد أنها تشكل خطورة وتكلفة ففي صناعة الزيوت تشكل الفواقد مايقل عن ١% بينما في الصناعة الثقيلة تشكل مايعادل ١ ـ ٥% وفي الصناعة الخفيفة تمثل ٥ ـ ٥ % في صناعة الأدوية يبلغ الفاقد ٢٥ ـ ٨ % الولايات المتحدة تنتج وحدها كل عام أكثر من ٢٦٩ مليون طن من الفواقد الخطرة عديمة الفائدة أي مايعادل طنا لكل مواطن! حوالي ثلثلي كل الفواقد الخطرة ينتهي بها الأمر أما بدفنها في التربة أو في البحر وهذا ماقد يؤدي إلي تسرب هذه السموم الي التربة والمياه الجوفية وأيضاً انبعاث ملحوظ للغازات السامة في الهواء أو إلي باطن المحيطات ومن الأمثلة الحديثة لتقليل التكلفة مع الاهتمام البيئي هو ري النباتات بالماء الفاقد والأثاث المصنوع من إعادة التصنيع الحيوي لبعض المواد النباتية المفقودة أو المهملة.

كذلك استعمال المواد الصديقة للبيئة مثل بعض العبوات التي لايوجد ضرر منها وغير متراكمة في البيئة ومن الممكن أعادة التدوير والأستعمال مرة أخري من مثل هذه المواد الصديقة للبيئة ويبدو أن إعادة التدوير هو نفس ماتنتهجه الطبيعة في تدوير ماء النتح الي الغلاف الجوي في السحب ثم إلي الامطار والانهار والبحيرات ثم للنباتات مرة أخري

تقترب الكوارث من الأرض يوماً بعد يوم, وتعلن أرضنا الغضب والعصيان على مستعمريها الذين أفرطوا في أذيتها وأشبعوها بمخلفاتهم, وعندما رأوا ثورتها وكأي نظام يقف مستسلماً أمام ثورة أحراره, وقفت المنظمات العالمية و الجهات المختصة مجبرة لإصلاح ما يمكن إصلاحه محاولةً إبرام معاهدة مع أرضنا الغاضبة

وكأي بداية تبدأ المؤتمرات والمشاريع ووضع الخطط وطرق الأبواب العلمية المتاحة لسد الثغور ولرأب الصدع, ومن هنا نشأت العلاقة المتينة بين العلوم التطبيقية والعلوم البيئية لتجمع جهودها في إنقاذ البشرية من سخط الأرض,وكانت إحدى هذه الصلات بين الكيمياء والبيئة في ما يسمى اليوم بالكيمياء الخضراء.

والكيمياء الخضراء فرع من الكيمياء يهدف إلى الحد من الانبعاثات الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائية كافة والتي تؤثر على البيئة بسلبية كبيرة إلى حد ما,كما يسعى هذا العلم إلى إيجاد مواد كيميائية جديدة صديقة للبيئة وأيضاً مواد كيميائية بديلة لمواد كيميائية أخرى تعود عمليات تصنيعها بالضرر على البيئة,والحصول على مواد بديلة للمواد التي يتم الحصول عليها من الكائنات الحية المهددة بالانقراض مثل زيوت الكبد المستخلصة من الحيتان وأسماك القرش كانت انطلاقة هذا العلم وولوجه إلى ساحة التطبيق الفعلي باسمه الخاص وبمبادئه الخاصة عام ١٩٩ في الولايات المتحدة الأمريكية بعد توقيع معاهدة منع التلوث.

وتسعى الكيمياء الخضراء لجعل علم الكيمياء علماً متكاملاً عن طريق القضاء على الأضرار التي تسببها عمليات التصنيع بأشكالها التي تدخل فيها الكيمياء بشكل صريح الصيدلانية ,الدوائية ,البتروكيماوية,البلاستيكية

ولا توجد مواد كيميائية غير ضارة بالبيئة ولكن توجد مواد معروفة بأنها أكثر سمية للإنسان وأكثر ضرراً بالبيئة عن مواد أخرى وباستخدام المعلومات الكثيرة المتاحة لنا عن المركبات المتنوعة التى لها تأثير على صحة الإنسان وأثر بيئى يستطيع الكيميائيون أن يختاروا المركبات الملائمة للاستخدام فى عمليات التخليق الصناعى

وتطورت أهداف المنح المقدمة لإنتاج مواد كيمائية تعمل على معادلة المواد الضارة وتقليل التلوث ووضع بدائل للمواد الكيمائية التي تؤدي عمليات استخلاصها لتلويث البئية فالكيمياء الخضراء تسعى لجعل علم الكيمياء علماً متكاملاً عن طريق تقليل ما يسببه التصنيع الكيمائي الهام للصناعات الصيدلانية والدوائية وصناعات البترول والبلاستيك من تلوث وذلك بمنع تكون هذا التلوث في المقام الأول

وتعتبرالمنظفات والأصباغ ومواد العناية الشخصية والشامبوهات من أكثر المواد التي ركزت عليها الكيمياء الخضراء ، فهذه المواد التي يصنع عدد كبير منها من مشتقات النفط ، أسهمت في زيادة التلوث على سطح الأرض ، مما استدعى إجراء وتطوير تقنيات تعتمد على تصنيع مواد جديدة من مشتقات طبيعية أما في مجال المنظفات المنزلية التي بدأت في الظهور وبشكل حاد في أعقاب الحرب العالمية الثانية والتي استخدمت في صناعتها المشتقات النفطية ، وتم تطوير منتجات جديدة وصناعة المنظفات الخالية من المواد النفطية ، إن منتجاتهم قائمة على الدهون الحيوانية والنباتية ، حيث استخدمت كأساس لصناعة الصابون وبقية المنظفات.

ان مثل هذه الأفكار والصناعات الرائدة ، قادت الكثير من الباحثين إلى تطوير الكيمياء الخضراء وابتكار تقنيات جديدة لاستبدال المواد البلاستيكية المعروفة حالياً ، وقد بدأت المحاولات الأولى في أربعينيات القرن الماضي ،لكن نظراً للثورة النفطية التي شهدها النصف الثاني من القرن الماضي ،وزيادة الطلب وبشكل حاد على المواد البلاستيكية واللدائن فقد تأخر ظهور ما يعرف باللدائن الطبيعية ، خصوصاً أن البلاستيك التقليدي الذي يدخل في صناعته مشتقات نفطية يمتلك خواص فيزيائية وكيميائية متميزة ، من أهمها الثبات والقوة والمتانة وغيرها الكثير من الخواص التي تجعل عملية استبدال البلاستيك التقليدي بآخر مصنوع من مواد طبيعية أمراً صعباً

وانتاج أنواع خاصة من هذه اللدائن الطبيعية مكونة من مزيج من بروتينات فول الصويا والألياف الطبيعية ،لإنتاج لدائن طبيعية من نبات القمح وهذه المنتجات الجديدة يتم معالجتها بالأشعة فوق البنفسجية من أجل تقويتها وإكسابها صفة الديمومة التي تتمتع بها المنتجات البلاستيكية التقليدية

ان ما تسعى إليه الكي مياء الخضراء من إعادة تشكيل عالمنا وتصنيع منتجات من مواد طبيعية يعتبر خطوة هامة في سبيل كبح جماح التلوث البيئي والعودة تدريجياً نحو الطبيعة ، لكن ينبغي أن يتم ذلك بأقل التكاليف المادية ومراعاة النظام البيئي لحفظ التوازن الحيوي لكوكب الأرض ، إننا بحاجة ماسة إلى أن تسهم الكيمياء الخضراء في دعم عملية التطوير الصناعي والعلمي ، لكن يجب في نفس الوقت مراعاة أن لا يكون ذلك على حساب قوت وغذاء الإنسان بالإضافة إلى أن تخصيص مساحات شاسعة من الأراضي لإنتاج نباتات قابلة لتصنيعها مستقبلاً ضمن تقنيات الكيمياء الخضراء.

يوجد جدل واسع حول طبيعة المواد الخطرة على البيئة نتيجة لإطلاق المركبات الكيميائية المصنعة فى البيئة ، وهناك شك فى المعلومات حول السمية والتأثير البيئى وحتى طرق تحليل المواد الكيميائية وهل ترجع مظاهر الأخطار التى نلاحظها هى مجرد قضاء وقدر وهذه المسائل كلها لم تحل بعد ولذلك سيستمر الجدل حولها لأجيال قادمة لذلك فهناك اختياران منطقيان للمجتمع العلمى أولا : إما أن يسمح لهذا الشك المشار إليه أن يستمر فى شل حركة المحاولات الهادفة للحفاظ على صحة الإنسان وسلامة البيئة والثانى : ويتبناه الفرع الجديد وهو الكيمياء الخضراء وذلك بقبول حقيقة أن إطلاق المواد الكيميائية فى البيئة يسبب زيادات إضافية فى المخاطر على صحة الإنسان والبيئة ويمكن تجنب هذه المخاطر تماماً من خلال استخدام طرق تصنيع تكون فنيا واقتصاديا قابلة للتطبيق بواسطة المجتمع العلمى الكيميائى وكما هى حقيقة فى الكيمياء الخضراء وكل فروع العلم فإن العالم يستخدم الوضع الحالى للمعرفة فى تقليل مخاطر المواد الكيميائية إلى الحد الأدنى

مبادئ الكيمياء الخضراء:

يتلخص تعريف الكيمياء الخضراء كما جاء فى قسم أبو قراط للكيميائيين بداية لا ضرار وهو المعنى الحقيقى للكيمياء الخضراء الذى لا يُعِّرف الكيمياء الخضراء فقط وإنما يتضمن أيضاً المجال الذى تعمل فيه والمدى الذى ستصل إليه مستقبلاً وقد وضع الرواد الأوائل لهذا العلم اثنا عشر مبدأً يتأسس عليها وتوضح اتجاهاته مستقبلاً ومبادئ الكيمياء الخضراء هى:

-يفضل منع تكوين المخلفات عن معالجتها أو التخلص منها بعد تكوينها

-يجب أن تصمم طرق التحضير بحيث تندمج معظم المتفاعلات لتكون المنتج النهائى

-يجب أن تصمم طرق التصنيع بحيث تكون المواد البادئة للتفاعل والناتجة لها أقل قدر من السمية أو تكون غير خطيرة إطلاقا على صحة الإنسان وسلامة البيئة

-يجب أن يتميز المنتج الكيميائى بأعلى درجة من الكفاءة الوظيفية وأقل قدر من السمية

-يفضل إجراء التفاعلات بدون استخدام مواد إضافية مثل المذيبات أو مواد الفصل وإذا لزم الأمر يجب أن تكون هذه المواد غير خطيرة

-يجب الأخذ فى الاعتبار احتياج الطاقة نظرا لتكلفتها وتأثيرها البيئى لذا يكون استخدامها فى أضيق الحدود ويفضل تصميم تفاعلات تجرى فى درجة الحرارة المعتادة

-يجب أن تكون الخامات التي تحتوي على المواد البادئة ، مواد متجددة بدلا من استنزاف الخامات غير المتجددة

-يجب ما أمكن تجنب العمليات الكيميائية والفيزيائية غير الضرورية مثل اشتقاق مجموعات بعينها أو إجراء تعديلات مؤقتة فى الجزيئات

-يفضل استخدام عوامل حفز متخصصة عن الاكتفاء باستخدام النسب المتكافئة من المتفاعلات

يجب أن تصمم المنتجات بحيث لا تستقر فى البيئة بعد أداء وظيفتها ويجب أن تكون قابلة للتحلل فى البيئة إلى مواد بسيطة غير ضارة بها

وإلى شئ من التفصيل:

١- منع تكوين المخلفات أفضل من معالجتها بعد تكوينها:

كانت اقتصاديات التصنيع الكيميائى فى الماضى تهتم أساسا بتكلفة الخامات الأولية ونفقات التشغيل للحصول على أكبر قدر من المنتج دون الأخذ فى الاعتبار أى جوانب أخرى تتعلق بصحة الإنسان وسلامة البيئة ولكن ظهر فى العشرين عاما السابقة عامل جوهرى جديد – بعد تعدد الكوارث الصحية والبيئية – يضاف إلى اقتصاديات التصنيع ألا وهو تكلفة معالجة المخلفات والتخلص من النفايات السامة وكلما زادت خطورة هذه المخلفات كلما زادت تكلفة معالجتها وينطبق هذا على المصنع الكبير أو على المعمل الأكاديمى الصغير ولم يبالى رجال الصناعات الكيميائية بمشكلة التخلص من النفايات أو معالجتها وكان منطقهم فى ذلك أن معرفتهم بالمواد الخطرة تمكنهم من التعامل معها وتفادى أخطارها وهو منطق غير واقعى يشبه القول بان معرفة الطبيب لطرق العلاج لا تجعله يتفادى الأمراض وغالبا ما تكلف هذه الأخطار ثمنا أكبر من تكلفة معالجتها

والمعيار الذى تستخدم على أساسه مادة كيميائية بعينها هو نوعية المخلفات التى تنتج عنها ومدى ضررها ويتمثل العبء فى التعامل مع هذه المخلفات هو عدم إمكانية معالجتها بطريقة سليمة أو أنها تستلزم طاقة أو تكلفة عالية فى النفقات أو الوقت أو تحتاج إلى تقنية عالية لفصلها عن المنتج والتخلص منها أو تحويلها إلى صورة غير ضارة .

وبالرغم من أهمية هذه المعايير بالنسبة للمخلفات إلا أن التقييم الأهم يتركز فى تأثيرها على حياة الإنسان وسلامة البيئة والحقيقة المجردة أن العمليات التى تنتج عنها مخلفات تحتاج لفصل هذه المخلفات ثم معالجتها ثم التخلص منها أما استخدام المواد الخطرة فيحتاج إلى تداول خاص ووسائل حماية واحتياطات دقيقة وبمعنى أشمل يجب تقييم نوع المواد المستخدمة وطريقة التصنيع على أساس نوعية المخلفات فى ضوء الاعتبارات السابقة.

إن العديد من شركات المنتجات الكيميائية فى الدول المتقدمة تنفق على البحث العلمى لتطوير منتجاتها نفس القدر من النفقات على الصحة وسلامة البيئة وهو ما يواجه الادعاء بأن جميع نفقات هذه الشركات تذهب فقط لتحضير مواد خطيرة على البيئة ويختلف الوضع فى الجامعات ومعامل البحث الصغيرة التى تعانى من تكلفة التخلص من النفايات الناتجة من التفاعلات – مما يضع قيودا على الإبداع العلمى والحل الوحيد للحد من تكلفة التخلص من النفايات الخطرة فى هذه المعامل هو اتباع تقنيات الكيمياء الخضراء التى تقلل أو تحد من الإنفاق وتوفر آليات مناسبة للتحكم فى الأخطار المصاحبة للتفاعلات الكيميائية.

٢ - يجب تصميم طرق تحضير تعظم إدماج جميع المتفاعلات لتكوين المنتج النهائى.

معظم مراجع القرن العشرين فى الكيمياء العضوية لم تكتب فيها معادلات كيميائية متزنة ونادرا ما يذكر فى هذه المعادلات أو لا يكاد يذكر أطلاقا النواتج الثانوية التى تصاحب الناتج الأساسى وتقيم قيمة التفاعل وكفاءته على أساس مقدار المنتج الذى يحظى بالاهتمام الأكبر بينما تعتبر النواتج الثانوية عديمة القيمة وغالبا ما يتم تجاهلها وإهمالها وفى بعض الأحيان يتكون المنتج الثانوى بكتل وأحجام أكبر من الناتج المطلوب.

فالحساب الكيميائى يبنى على أساس مولات المتفاعلات مقابل مولات النواتج ، فإذا كان مول المادة المتفاعلة ينتج مولا من المادة الناتجة فإن حصيلة التفاعل ١ % أو نعتبره تام الكفاءة بالرغم من إنتاج مواد ثانوية بكميات قد تفوق الناتج الأساسى فى معادلة التفاعل ولتجنب ذلك يجب الأخذ بمبدأ النسبة المئوية للناتج ويستخدم حالياً تفاعل وتينج الذى يأخذ بمفهوم الوظيفة.

ويستخدم حاليا مفهوم اقتصاد الذرة حيث نقيس الدرجة التى دخلت بها المواد المتفاعلة فى المنتج النهائى فإذا دخلت كل المواد المتفاعلة بالكامل فى المنتج النهائى كانت طريقة التحضير ١ % ذرة اقتصادية.

٣ -يجب تصميم طرق تحضير لإنتاج مواد عديمة الضرر على صحة الإنسان وسلامة البيئة أو لها أقل قدر ممكن من الضرر والقاعدة الأساسية للكيمياء الخضراء هى إزالة أو التقليل بقدر الإمكان من المواد الخطرة فى كل مجالات تفعيل الكيمياء دون الحاجة لسن قوانين لحماية البيئة ، ويقدم مدخل الكيمياء الخضراء علم الكيمياء كعلم يقدم الحلول وليس كعلم يسبب المشاكل ، كما تقدم الكيمياء الخضراء من خلال المهارة والإبداع التى يتحلى بها الكيميائيون حاليا التقنية الحديثة التى تحافظ على صحة الإنسان وسلامة البيئة وهناك طريقان فقط للحد من أخطار الكيماويات إما بالحد من تركيز المادة الخطرة أو تقليل زمن التعرض لهذه المواد ، ويأخذ الحد من التعرض للكيماويات أشكالا كثيرة منها استخدام الملابس الواقية أو الأقنعة الواقية من الغازات أو تقنيات التحكم والسيطرة فى التفاعلات الخ

٤ -الموائع فوق الحرجة أحد البدائل التى تبنتها الكيمياء الخضراء

٥ -تفاعلات بدون مذيبات :الأنظمة التى لا تستخدم المذيبات تتميز بأنها تتفادى الأخطار التى تسببها المذيبات على صحة الإنسان والبيئة وتشارك الكثير من الجهات فى تطوير طرق جديدة لإتمام التفاعلات بدون استخدام المذيبات مثل صهر المواد المتفاعلة للتأكد من الامتزاج التام فى ظروف مثالية للتفاعل بدون مذيب وهناك إبداع آخر فى إجراء التفاعلات بدون مذيب بإجراء التفاعل على سطح صلب مثل أنواع خاصة من الطمى وكل هذه الطرق تتفادى استخدام المذيبات فى التفاعلات الكيميائية

٦- إجراء التفاعلات فى الوسط المائى:أثبتت الأنظمة المائية عبر السنين كفاءتها وانتقائيتها وصداقتها للبيئة وبلا جدال يعتبر الماء أكثر المواد أمانا على الأرض وبالتالى فهو أكثر المذيبات أمانا وهناك اعتبار آخر للطرق التى تستخدم الأنظمة المائية كمذيبات من حيث تكلفة عملية فصل النواتج والنواتج الثانوية حيث أننا لا نحتاج للتأكد من خلو المياه من الملوثات بعكس استخدام المذيبات التقليدية وعلى كل حال لابد من فحص جميع الحالات التى تستخدم الماء كمذيب كل على حدة.

٧ -استخدام مذيبات غير مقيدة :تعتبر المشكلة الرئيسية فى استخدام المذيبات هى قدرتها على التطاير مما يؤثر سلبا على الإنسان والبيئة وأحد حلول هذه المشكلة يتمثل فى استخدام مذيبات غير مقيدة (غير متطايرة) وهى تأخذ عدة أشكال إلا أنها تؤدى نفس الغرض وهو إذابة المواد بدون استخدام مذيبات متطايرة مما يقى صحة الإنسان ولا يؤثر على البيئة وتتم هذه الطريقة بربط جزيئات المذيب إلى دعامة صلبة أو بناء جزئ المذيب مباشرة على الهيكل البنائى لبوليمر معين وقد تم اكتشاف بوليمرات جديدة لها القدرة على الإذابة وتمثل قدراً أقل من الخطورة.

آليات الكيمياء الخضراء:

لقد أصبح من المؤكد تأثر صحة الإنسان والبيئة بالكيماويات وبمراحل تصنيعها المختلفة وأصبحت الكيمياء الخضراء مسئوله عن إيجاد الحلول المناسبة لحل كل مشاكل التصنيع القديمة وذلك بإيجاد الحلول البديلة لكل السلبيات السابقة.

وهناك عدة نقاط أساسية ترتكز عليها الكيمياء الخضراء فى تنفيذ أسلوبها وهى :

المواد البادئة البديلة: تعتمد طريقة التحضير الكيميائى إلى حد كبير على طبيعة ونوع وخواص المواد البادئة للتفاعل واختيار مادة أولية معينة لا يعتمد فقط على كفاءتها الكيميائية بل لابد من الأخذ فى الاعتبار الأبعاد البيئية والصحية عند تداولها بمعنى الأخطار التى تواجه الموردين الذين يجهزون هذه المادة والأخطار التى يمكن أن تواجه العاملين أثناء تداولها والأخطار المحتملة أثناء نقلها كما أن هناك العديد من الأسئلة يجب الإجابة عليها قبل اختيار المادة الأولية هل هى مادة خام لم تعالج من قبل أو هل هى مادة معاد تدويرها ؟ أو هل هى إحدى المنتجات البترولية ؟ أو هل هى من المواد الحيوية ؟

ومن المفيد أن نعرف أن ٩٨ % من جميع المركبات العضوية المنتجة فى الولايات المتحدة مثلا يبدأ تحضيرها من البترول ويستهلك تحضير هذه المركبات ١٥ % من جملة الطاقة المستخدمة فى الولايات المتحدة وتزداد هذه الكمية من الطاقة حاليا لأن مصانع التكرير تستخدم خامات بترولية أقل جودة من الخامات السابقة ولا يخفى علينا خطورة الاعتماد شبة الكلى على البترول فى معظم الصناعات الكيميائية.

لأننا نعرف أنه مصدر على وشك النفاذ فى وقت قريب بجانب المخاطر البيئية العديدة التى تصاحب تحضير هذه المركبات من البترول فعملية الأكسدة التى تجرى على المنتجات البترولية لتحضير بعض المركبات العضوية المهمة اعتبرت تاريخيا أكثر العمليات إحداثاً للتلوث من كل عمليات التحضير الأخرى على الإطلاق

الكواشف البديلة- المذيبات البديلة- تغيير هدف المنتج-عوامل حفز بديلة - طرق التحليل الكيميائى على الرغم من إصدار قانون منع التلوث والذي هدف إلى حماية البئية عن طريق تخفيض الانبعاثات الضارة من المصدرنفسه في الولايات المتحدة الامريكية عام ١٩٩ والذي منحت بموجبه الولايات المتحدة منحا الى جامعتها ومعاهدها الى تطوير الكيمياء الخضراء وايجاد البدائل وتم خلال هذه المنح تصنيع كثير من البدائل وقفزت الكيمياء الخضراء قفزات تاريخية من خلال تصنيع اللدائن وباقي المنتجات من مصادر طبيعية اعتمدت على القمح وباقي المنتجات الزراعية الا ان خريطة ومبادئ عمل الكيمياء الخضراء لم يتم وضعها الا في عام ١٩٩٨ وفي جامعة اكسفورد بريطانيا حيث نشرت جامعة اكسفورد في السنة المذكورة كتاب الكيمياء الخضراء النظرية والممارسة الذي قام بتاليفه رائدين من رواد الكيمياء الخضراء وهما الاستاذين بول أناستاس وجون وارنر.

وقد وضعا في كتابيهما بنوداً اعتبرت هي المبادئ والأسس في مساعدة الكيمائيين على فهم معنى الكيمياء الخضراء وهي :

- يجب أن يتميز المنتج الكيميائى بأعلى درجة من الكفاءة الوظيفية وأقل قدر من السمية

- طرق التحضير يجب ان تتخلص قدر الامكان من المذيبات او مواد الفصل واذا ما استوجب استخدام بعضها يجب ان تكون صديقة للبيئة

- يجب الأخذ فى الاعتبار احتياج الطاقة نظرا لتكلفتها وتأثيرها البيئى – لذا يكون استخدامها فى أضيق الحدود ويفضل تصميم تفاعلات تجرى فى درجة الحرارة المعتادة

- المواد المتفاعلة او المواد البادئة للتفاعل يجب ان تكون مواد مواد متجددة بدلا من استنزاف الخامات او الموارد والاستعاضة عنها بمواد نباتية او زراعية متجددة

- يجب ما أمكن تجنب العمليات الكيميائية والفيزيائية غير الضرورية مثل اشتقاق مجموعات بعينها أو إجراء تعديلات مؤقتة فى الجزيئات

- خواص المواد الناتجة يجب ان تكون متحللة في البيئة و ان لا تكون مستقرة وثابتة فيزيائيا في الطبيعة وبتعبير اخر قابلة للتحلل البويولوجي

- يجب تطوير طرق التحليل الكيميائى لتواكب سير التفاعل لحظيا بحيث تراقب وتسيطر على التفاعل قبل تكوين أى مواد خطرة

- يجب اختيار المواد الكيميائية الآمنة من حيث النوع والتركيب بحيث تقلل بقدر الإمكان احتمال حدوث الحوادث الكيميائية من انطلاق الغازات أو الانفجارات أو الحرائق.

الاثر الاقتصادي للكيمياء الخضراء:

للوهلة الاولى يظن الفرد أن الكيمياء الخضراء هي أكثر تكلفة فهي تستعيض عن النفط المتوفر وتبحث عن بدائل أخرى قد لا تكون متوفرة بوفرة النفط وهي تبحث عن المعالجات والطرق الفنية والهندسية للتخلص من النفايات والمواد الخطرة والناتجة هذا ناهيك عن البحوث والدراسات التي تصرف والتجارب للوصول إلى الطرق البديلة عن الطرق المستخدمة وما تكلفه تلك الدراسات من تكلفة باهضة وما تصرفه من وقت

ولكن في الحقيقة ان الكيمياء الخضراء تمثل اقتصاداً ناجحاً ومثمراً فقد أصبحت في الآونة الأخيرة تكلفة التخلص من النفايات او ايجاد طرق المعالجة اللازمة للتخلص من الآثار التي تتركها هذه المواد على البيئة ذات تكلفة عالية هذا ناهيك عن ما تسببه المشاكل البيئية من اضرار مادية كبيرة علاوة عن اكبر الاضرار التي تسببه المواد الخطرة والكوارث البيئية الناتجة عن الاستخدام غير الامن لهذه المواد الا وهو صحة الانسان الذي لا يقدر بثمن لذا فسنحاول القاء نظرة سريعة عن اهم الفوائد الاقتصادية للكيمياء الخضراء:-

١- الحفاظ على الموارد الطبيعية

٢- التخلص من تكلفة معالجة النفايات

٣- التقليل من استخدام المواد المساعدة والمذيبات والكواشف

٤- استغلال المواد البادئة للتفاعل بصورة تامة

٥- ايجاد نواتج نهائية ذات كفائة عالية

٦- ايجاد نواتج نهائية غير مستقرة في الطبيعة

٧- التقليل من حدوث الحوادث الكيميائية او الحرائق من خلال استخدام مواد امنة و طرق تحضيرامنة

الحفاظ على الموارد الطبيعية :

حيث تسعى الكيمياء الخضراء الى ايجاد البدائل الطبيعية عن استخدام الموارد الطبيعية واستنزافها فمثلا تقدم الكيمياء الخضراء المنتجات الزراعية كالقمح والبطاطا والصويا كمواد اولية بل ايضا تستغل المخلفات الزراعية والحياتية التي تتكون اساسا من مواد lignocellulosic حيث استخدمت كبدائل عن البترول في تصنيع العديد من المنتجات الصناعية مثل الانسجة والنايلون والبوليمرات واللدائن الخ فمثلا لو اخذنا بنظر الاعتبار الاعتماد الكلي على البترول وهو مصدر طبيعي معرض للنفاذ مع الوقت علاوة على المخاطر الكبيرة التي تواجه نقل هذه المادة ومشتقاتها فانه مع مرور الوقت فان الصناعات التي اعتمدت بصورة تامة على النفط دون البحث عن ايجاد مصدر متجدد اخر اصبحت صناعات ذات مستقبل مبهم و خطر (علاوة على الاثار البيئية) لذا اتجهت الكيمياء الخضراء اولا بالتركيز على صناعات المنظفات والشامبوات ومواد العناية بالبشرة والاصباغ لما لهذه المواد من تاثيرات خطيرة على البيئة فتسابقت الشركات الامريكية الى ايجاد البدائل التي تستخدم الدهون والمستخلصات الحيوانية في هذه الصناعات بدلا عن البترول فمثلا صرح مدير شركة أورو الأمريكية لصناعة الأصباغ أن شركته تمكنت من إنتاج مجموعة متميزة من الأصباغ من زيوت طبيعية منذ سنوات وتم إلغاء كافة المواد النفطية التي تدخل في صناعة مثل هذه الأصباغ ، ويوضح أن منتجاتهم الجديدة هي منتجات صديقة للبيئة.

التخلص من تكلفة معالجة النفايات:

بعد صدور قوانين واتفاقيات التي تحد وتمنع استخدام المواد الخطرة والمضرة بالبيئة اصبح الهم الشاغل للشركات المصنعة هو التخلص من هذه المواد بشتى الوسائل وهكذا اصبحت تكاليف التخلص من النفايات تضاف كعبئ اخر على تكاليف الانتاج وبالتالي تحمل على سعر المنتج مع العلم ان تكاليف التخلص من النفايات باهضة وتحتاج الى اموال ضخمة فمثلا تم تقدير المخلفات التي تم اطلاقها في البيئة عام ١٩٩٢ حسب تقرير وكالة حماية البيئة الامريكية حوالي ٣ بليون رطل من المخلفات فلذا فان في امريكا وحدها يتم انفاق ما يقارب من حوالي ١١٥ بليون دولار سنويا على معالجة النفايات وطرق التحكم بها والمراقبة للمشاكل البيئية ورغم كل هذه الاموال من المؤسف ان نعرف ان وكلات حماية البيئة ومراقبة التلوث محدودة لمتابعة التخلص من جميع النفايات فقد ذكر تقرير epa انها رصدت اطلاق حوالي ٣ مركب كيميائي في حين أن الاسواق التجارية تتداول أكثر من ٧ مركب كيميائي ولذا فان وكالات حجماية البيئة ومراقبة التلوث تركز على المواد التي تمثل أكثر خطراً على صحة الانسان والبيئة وليس جميعها.

التقليل من استخدام المواد المساعدة والمذيبات والكواشف:

لا شك ان استخدام مواد مساعدة او مذيبات او كواشف يزيد من كلفة التفاعل وبالتالي من زيادة تكلفة سعر المنتج هذا بالاضافة الاخذ بنظر الاعتبار زيادة التكلفة اذا كانت هذه المواد سامة ويجب التخلص منها فتضاف تكلفة التخلص من هذه المواد.

استغلال المواد البادئة للتفاعل بصورة تامة:

لا شك ان ايجاد طرق تحضير تستغل المواد البادئة بصورة تامة وبنسب ١ % تكون اكثر جدوى اقتصادية من غيرها بدلا من تضييع قسم من المواد المتفاعلة بسبب عدم دخولها التفاعل او تكوين منتجات عرضية لا فائدة منها

وفي هذا الخصوص لا تستخدم الكيمياء الخضراء توازن المعادلات الكيميائية عن طريق المولات فقط كما هو متداول ومتعارف في التفاعلات الكيميائية بل يستخدم حاليا مفهوم جديد الاوهو اقتصاد الذرة حيث يقيس الدرجة التي دخلت بها المواد المتفاعلة في المنتج النهائي فاذا دخلت كل المواد المتفاعلة في المنتج النهائي كانت طريقة التحضير ١ % لذا فتعتبر من هذه الناحية تفاعلات اعادة الترتيب وتفاعلات الاضافة هي من اكثر التفاعلات كفائة ويطلق على مثل هذه التفاعلات بأنها تفاعلات ١ % أقتصاد ذرة.

- ايجاد نواتج نهائية ذات كفائة عالية وخواص صحية غير سامة أو ضارة للبيئة

من خلال دراسة التركيب الجزيئي والخواص الكيميائية والفيزيائية للمجاميع الفعالة للمركبات يمكن تسيير التفاعل وايجاد الطرق الملائمة لتصنيع أفضل المركبات الأكثر فعالية وأقل سمية وتثيراً على البيئة فيمكن التحكم بجعل المركبات النهائية متحللة في الماء او يمكن التخلص من المجاميع الفعالة في تركيب المادة والذي يجعلها سامة.

ايجاد نواتج نهائية غير مستقرة في الطبيعة:

تكمن احد اكثر الاخطار الناجمة عن التصنيع هو تصنيع مواد كيميائية ذات صفات معينة وثابتة بيئيا فتتركز هذه المواد مع الوقت في داخل انسجة وخلايا جسم الكائن الحي نبات أو حيوان بواسطة الامتصاص أو الأكل ومع مرور الوقت تؤدي الى هلاك وموت الكائن الحي بالتسمم المباشر أو غير المباشر فلذا سعت دائما الكيمياء الخضراء إلى ايجاد مواد ناتجة نهائيا ذات قدرة على التحلل البايولوجي بعد استخدامها

التقليل من حدوث الحوادث الكيميائية او الحرائق من خلال استخدام مواد امنة و طرق تحضير آمنة.

الكيمياء الخضراء العاملة:

تُشكّل صناعة المواد الكيميائية مصدر العديد من المنتجات المفيدة وتشمل المضادات الحيوية وأدوية أخرى، والبلاستيك، البنزين وأنواع الوقود الأخرى، وموادّ كيميائية زراعية كالأسمدة ومبيدات الحشرات الضارة، وأنسجة صناعية كالنايلون، الرايون، والبوليستر رغم أهمية هذه المنتجات فان بعض المواد الكيميائية وعلميات تصنيع هذه السلع تؤذي البيئة وصحة الإنسان فتهدف الكيمياء الخضراء إلى تخفيض مستوى التلوث من خلال منع تكونه في المقام الأول وعند تصميم تفاعل كيميائي استناداً إلى مبادئ هذا العلم يدرس الكيميائيون ما هو معروف من المخاطر المحتملة على الصحة أو على البيئة قبل استعمال المادة الكيميائية في توليد تفاعل كيميائي أو في تصنيع هذه المادة كمنتج نهائي أى، يعالجون الخطر الذي تطرحه خصائص مادة ما بحيث يجب أخذها في الاعتبار، سوياً مع غيرها من الخصائص الكيميائية والفيزيائية، ويختارون المواد التي تقلل من هذه المخاطر إلى الحد الأدنى.

لماذا يسعى الكيميائيون لتحقيق أهداف الكيمياء الخضراء ؟

من أهم أسباب وجوب محاولة الكيميائيين لجعل العمل الذى يمارسونه والمواد التى يستخدمونها غير ضارة بقدر المستطاع على البيئة هو أنهم يستطيعون ذلك بالفعل لانهم يعرفون كيفية تداول وتحويل المركبات الكيميائية والمخاطر الممكن حدوثها وبالتالى يكون لديهم القدرة على تقليل أو إزالة المخاطر لأنفسهم وللمجتمع .

ويعرف طليعة العلماء المجددين فى هذا الفرع الجديد من الكيمياء أن هذه الأهداف يمكن تحقيقها ومن المفترض أنه لا يمكن لأى نشاط أن يكون خاليا تماما من المخاطرة فإن الأهداف التى تم التوصل إليها لآليات الكيمياء الخضراء أدت إلى تقليل المخاطر البيئية والأضرار الصحية باتباع طرق جديدة سواء على مستوى المعامل البحثية أو العمليات الصناعية . وهناك سبب آخر لتطبيق الكيمياء الخضراء بواسطة المجتمع الكيميائى بشكل مكثف وهو أن هذه الكيمياء مبنية على العلوم الجزيئية الأساسية كطريق لحل مشاكل البيئة ولا تعالج المشاكل بطريقة التضميد أو الترقيع لتقليل المخاطر ويمكن التعبير عن المخاطر بواسطة المعادلة الآتية :

المخاطر = دالة (خطورة المواد ، زمن التعرض لها)

والطريقة التقليدية التى اتبعها المجتمع والصناعة من خلال السياسات البيئية هى تقليل المخاطر عن طريق تقليل زمن التعرض للمواد الكيميائية عند تثبيت خطورة المواد وباستخدام البيانات الخاصة بسمية المواد وبمعرفة مدى فاعلية التحكم فى زمن التعرض المستخدمة فإنه يمكن المناورة حتى الوصول بالمخاطرة إلى حد معين وإلى مستوى مقبول .

وهذا المستوى المقبول بالضرورة سيكون كيفيا (وليس كميا) حيث أن السؤال هو مقبول لمن ؟

فحين تكون مخاطر الإصابة بالسرطان عند التعرض لمستوى معين من مادة ما هو ١ : ١ والذى حدد بواسطة المجتمع فى القوانين المنظمة للبيئة فإنه بالتأكيد ليس مقبولا أن تكون أنت هذا الواحد فى النسبة ١ : ١

وأحد المآخذ الأخرى فى إمكانية التحكم فى زمن التعرض لتقليل المخاطر أن الاستخدام أو انطلاق المركب الكيميائى قد يؤثر على الأفراد الذين لا يستخدمون هذه الوسائل فى التحكم. فمثلا قد يلبس العاملون قفازاً أو نظارة واقية ... الخ وذلك لحماية أنفسهم من التعرض لمستويات عالية لمادة معينة معروف لها تأثير خطر ولكن الوضع يختلف لتعرض الأفراد الآمنين الذين يتواجدون فى اتجاه مجرى النهر أو الريح الناقلة لهذه المادة الخطرة والذين لا يملكون طرق الحماية من ضوابط التعرض .

ونظرا لعدم التيقن من التأثيرات المزمنة وتأثير التراكم البيولوجى والتأثيرات المتداخلة العالية جدا لعدد كبير جدا من المركبات فى ظل معلوماتنا الحالية فإن استخدام التحكم فى زمن التعرض لتقليل المخاطر على المجتمع هو محل تساؤل الآن .

والسبب الأخير لمحدودية التحكم فى زمن التعرض هو أن هذا التحكم قد لا ينجح فلا يوجد نظام واقى للوجه أو أجهزة تنفس أو نظارات وقفازات أو ملابس واقية لها صفة الكمال وحيث أن هذه المعدات التى تستخدم فى تخفيض زمن التعرض قد تفشل فى أداء مهمتها وبالتالى يتعرض الأفراد المستخدمين لها للحد الأقصى من الخطورة نتيجة التعامل مع هذه المواد الخطرة .

وعلى النقيض فإن تقليل المخاطرة من خلال الكيمياء الخضراء باستخدام الإجراءات المناسبة لا يمكن أن تواجهه احتمالات الفشل فباستخدام التقنيات المتنوعة فإن خطورة المركبات ستقل وبالتالى فإن استخدام المواد غير الضارة لن يكون لها سمية محتملة وبذلك لن تؤثر سلبا على صحة الإنسان أو البيئة .

وفى الكيمياء الخضراء نستبعد مفهوم المستوى المقبول من الخطورة كهدف ويحل محله الهدف الأفضل وهو بيئة نظيفة (غير ضارة)ومن الطبيعى أنه من الناحية الاقتصادية يكون من الأفضل تجنب التكلفة العالية لاستخدام وسائل التحكم فى التعرض للمواد الخطرة وتتميز الكيمياء الخضراء أنه بتناولها لحل تقليل المخاطر تجنى مكاسب اقتصادية وذلك عن طريق تخفيض تكلفة المواد البادئة للإنتاج وتقليل زمن التفاعلات الكيميائية وزيادة نسبة التحول الكيميائى المطلوب والانتقائية العالية وسرعة فصل المركبات وكذا تخفيض الطاقة المستخدمة ويجب أن تذكر أن مزايا الكيمياء الخضراء المذكورة موجهة أساسا إلى تكاليف التشغيل المباشرة .

تصميم كيماويات آمنة ؟

يمكن تصميم كيماويات أكثر آمانا وذلك ببساطة تأتى من خلال معرفتنا بالتركيب الجزيئى للمادة ومن خلال تقدم آليات التحليل والقياس يمكن للكيميائى أن يتعرف على خواصها ، فالمركبات الكيميائية متعددة ومتنوعة الاستخدام فمنها الصبغات والدهانات والمواد اللاصقة والعقاقير الطبية وغيرها ولها خواص مختلفة من حيث اللون والقابلية للشد والارتباط الشبكى أو النشاط ضد الأورام .

وقد تمكن العلماء من معرفة الكثير عن العلاقة بين التركيب الكيميائى التأثير البيولوجى فقد تكون المادة مسببة للسرطان أو تحدث طفرات وراثية أو خلل إنجابى أو تؤدى إلى إعاقة النمو.

إن الهدف من تصميم كيماويات آمنة هو تحقيق الاتزان بين أقصى كفاءة وظيفية وأقل سمية ممكنة ، ولحسن الحظ أن هذه الأهداف سهلة المنال لأن الكيميائيون يتابعون بدأب شديد العلاقة بين التركيب الجزيئى والخواص الكيميائية .

ويرجع هذا التفاؤل فى تحضير كيماويات أكثر آمانا فى وقتنا الحاضر للتقدم الهائل فى فهمنا لطبيعة التسمم الكيمائى . فقد كانت فاعلية أداء المنتج الكيميائى تقاس بمدى تحقيقه للوظيفة التى صمم من أجلها . ولم يكن من السهل معرفة المرحلة التى يحدث عندها السمية بالنسبة للجيل السابق من الكيماويات ولكن الآن تم بالتفصيل فهم الآلية التى تمكن الكيميائيون من تعديل تركيب المادة لمنع أو تقليل حدوث التفاعلات الضارة وبطبيعة الحال يجب ألا يؤثر التفاعل الجديد على وظيفة وأداء المنتج المطلوب ويكون ذلك بفهم العلاقة بين التركيب والوظيفة مما يسهل التحكم فى المجموعات المؤدية إلى تكوين المواد الضارة ويجب أيضا تقليل القابلية الحيوية فإذا كانت المادة المستخدمة ذات تأثير ضار لعضو معين من الجسم (المعدة أو الرئة أو الكبد) فلا يجب أن تصل هذه المادة إلى ذلك العضو وذلك من معرفة خواصه مثل القابلية للذوبان أو القطبية فيجعلوه صعب الامتصاص خلال الجدر الحيوية للخلايا فى هذا العضو الذى سيتأثر به وبذلك يكون هو العلاج الأمثل.

الباب الرابع
كوارث بسبب الكيمياء

الضحايا الذين وقعوا نتيجة الأخطاء الصناعية بسبب خطأ تأمين خط الانتاج أو حدوث تسرب أو استخدام مواد غير آمنة كثيرة وهذه أمثلة على بعض أشهر الكوارث البيئية التي تسببت فيها مواد كيميائية :

كارثة عام ١٩٣ (بلجيكا) كان سبب تلك الكارثة هو تلوث الهواء الحاد بسبب النفايات الكيميائية الناتجة من المصانع، وقد أودت الكارثة بحياة ٦ شخصاً إلى جانب آلاف المصابين من العمال وعامة الناس بالتهابات مؤلمة في العينين والرئتين، ويرجح خبراء البيئة أن هذه الكارثة هي الأولى من نوعها في العصر الحديث.

كارثة عام ١٩٤٨ (بنسلفانيا- الولايات المتحدة) غطت سحابة ضخمة من الضبخان مدينة دونورا لمدة أسبوع ، ونتج عن ذلك وفاة ٢٢ شخصا وإصابة ٦ شخص بأمراض مختلفة، أي تقريباً نصف أهالي المدينة وكان سبب تلك الكارثة البيئية هو الغازات الخطرة المنبعثة من المصانع المحيطة بالمدينة كغاز ثاني أكسيد الكبريت، وثالث أكسيد الكبريت،الزنك، حمض الكبريتيك.

كارثة عام ١٩٥٢(لندن): واحدة من أقسى الكوارث البيئية في تاريخ البشرية، وكان سبب تلك الكارثة ظهور سحابة هائلة من الضبخان بسبب تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة في الجو جراء العمليات الصناعية وتسببت تلك الكارثة في وفاة ٤ شخص وإصابة عدد لا حصر له بمختلف الأمراض.

كارثة عام ١٩٦٦(فرنسا): حدثت تلك الكارثة في معمل لتكرير البترول نتيجة تسرب غاز البروبان من خزانه الكروي، ونظراً لأن الغاز ثقل من الهواء فقد انتشر مكونا طبقة فوق سطح الأرض، وعندما وصلت إلى طريق السيارات المجاور للمعمل اشتعل الغاز وانفجر الخزان الكروي وقد أدى هذا الانفجار إلى وفاة ١٧ شخصاً وإصابة ٨٤ آخرين بجروح متفاوتة الخطورة.

كارثة عام ١٩٦٦(الكويت): وقعت تلك الكارثة في منطقة قريبة من منطقة الشعيبة الصناعية حيث تتمركز معامل تكرير البترول ومصانع الأسمدة فقد زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من هذه المعامل والمصانع إلى درجة كبيرة كان نتيجتها إصابة عشرات الناس بالتهابات العيون وضيق التنفس.

كارثة عام ١٩٧ (طوكيو-اليابان): ظهرت سحابة هائلة من الضبخان مشبعة بحمضي الكبريتوز والكبريتيك الناتجين عن تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث من المصانع مع بخار الماء واستمرت السحابة لمدة خمسة أيام متواصلة وكانت النتيجة إصابة ما يقارب ٨ شخصاً من طوكيو بالتهابات شديدة في العين والأنف والحنجرة والأجهزة التنفسية بشكل عام.

كارثة عام ١٩٧٤(فلكسور-إنجلترا): انفجرت وحدة خاصة مكونة من ستة أجهزة تفاعل متتالية تابعة لأحد المصانع، واندفع من تلك الوحدة ٥ طناً من سائل الهكسان الحلقي الساخن واشتعلت الأبخرة الناتجة وأدت إلى انفجار آخر هائل إذ تم سماعة على بعد أكثر من ٥ كم من المصنع، فقد كانت قوة الانفجار تعادل قوة انفجار ٢ طن من مادة T.N.T شديدة الانفجار وكانت حصيلة الانفجار موت ٢٨ شخصاً وإصابة ٨٩ شخصاً من عمال المصنع ومن أهالى المنطقة.

كارثة عام ١٩٨٤(بوبال - الهند): تسرب غاز أيزوسيانات الميثيل السام من أحد مصانع المبيدات الحشرية واندفع الغاز بكميات ضخمة مغطياً مساحة كبيرة بلغت نحو ٤ كيلومتر مربع وقد أصيب جميع الأهالي تقريباً وعددهم ٨ ألف نسمة بالتهابات شديدة في العين والحنجرة وتوفي بعضهم وهو نائم وتوفي البعض الآخر وهو في طريقة للهرب من المدينة كما أن كمية كبيرة من السيدات الحوامل اللاتي تعرضن للغاز السام ولدن أطفالهن أمواتاً.

كارثة عام ١٩٨٤(المكسيك): انفجار ٨ ألف برميل من الغاز الطبيعي المسال واشتعال النيران فيها مما تسبب في وفاة ٤٥٢ شخصا، وإصابة ٤٢٤٨ آخرين بجراح فضلاً عن فقد ما لا يقل عن مائة شخص.

كارثة عام ١٩٨٦(الاتحاد السوفييتي-سابقا) كان سبب تلك الكارثة هو احتراق وحدات مفاعل نووي ومع غازات الحريق تسربت سحابة من الإشعاعات كانت مصدر الخطر وعدت هذه الكارثة أسوا كارثة بيئية في تاريخ البشرية جمعاء.

كارثة عام ١٩٩ (الكويت) هي أكبر الكوارث البيئية التي شهدها العالم على الإطلاق فقد نتج عنها سحابة ضخمة ظلت لعدة شهور ووصلت توابعها إلى مختلف بلدان العالم فيما بعد وذلك بعد أن قام النظام العراقي بحرق أكثر من ٧ بئر نفط ، كما قام بسكب كميات هائلة من النفط في البحر نتج عنه بقعة زيت هائلة تسببت في موت عدد لا حصر له من الكائنات البحرية.

أمثلة للمخاطر التى نتجت عن مواد كيميائية نتيجة النقل – الصناعة – الاستخدام :

آلاف الجنود وأطنان السيانيد : في الخامس من نوفمبر من عام ٢ ١ وقع حادث سير لشاحنة بكامل حمولتها أثناء توجهها إلى أحد مناجم الذهب وفي نظر الكثيرين فإنه ليس سوى حادث كغيره من الحوادث التي تزدحم بها الطرقات ولكن ذلك الحادث اختلف عن غيره ، ففي ذلك اليوم استيقظت الصين على فاجعة بيئية غير متوقعة حيث كانت الشاحنة تحمل أحد عشر طناً من مـادة سيانيد الصوديوم الكيماوية وقد تسربت هذه المادة إلى نهر لوهي القريب من موقع الحادث.

أرسلت الحكومة الصينية آلاف الجنود ورجال الشرطة والعاملين المدنيين في محاولة للسيطرة على تسرب مادة السيانيد السامة في النهر الواقع في محافظة هنان وسط الصين وقد أنشئ سدان على النهر الذي كان يبعد عن مدينة ليويانج الصناعية بمسافة خمسة وسبعون كيلومتراً ، كانت المحاولات حثيثة لوقف امتداد تلك المادة الخطرة في النهر الذي يستخدمه الفلاحون للشرب وري مزروعاتهم وحيواناتهم ويعتبر نهر لوهي أحد روافد النهر الأصفر وهو من الأنهار الكبيرة في شمال الصين وذكرت منظمة جرينبيس أن الحادثة يمكن أن تكون خطيرة لأن النهر يمر بالكثير من القرى والمزارع التي تعتمد على مياهه وانتشرت المادة السامة عدة كيلومترات في النهر وحاول المسؤولون الحكوميون التخفيف من حجم الكارثة فذكروا أنه لا يوجد أى خطر من تلوث المياه الجارية في النهر

ولم تجد السلطات الصينية حلاً لتلك الكارثة إلا بإلقاء خمسمئة طن من المواد المطهرة في النهر في محاولة لمعادلة المواد السامة التي تسربت إليه غير أن هذه المواد سوف تترك آثراً ضاراً على البيئة المحلية كان هذا التسرب يشير إلى ضعف تطبيق المعايير المتعلقة بنقل المواد الخطرة في الصين.

أسدل الستار على تلك الحادثة بعد أن تعرض الكثيرين لأضرار صحية بسبب التسمم كما نفقت الكثير من الحيوانات وفي الوقت ذاته قامت السلطات باعتقال ستة أشخاص بسبب الحادث بمن فيهم سائق الشاحنة وممثل عن المنجم الذي كانت الشاحنة متوجهه إليه .

أسوأ حوداث البقع النفطية في العالم :١٥ ديسمبر ١٩٧٦ – خليج بوزارد حيث ارتطمت الناقلة ارجو بجزيرة ننتكوت وتسربت حمولتها من النفط التي تقدر بحوالي ٧,٧ مليون جالون من الزيت الخام.

١٦ مارس ١٩٧٨ – بالقرب من يورث شمال فرنسا تحطمت الناقلة العملاقة كاريز محدثة بقعة قدرها ٦٨ مليون جالون وكارثة بيئية امتدت على مدى ١ ميل لتكون بذلك أكبر كارثة لناقلة نفط في العالم.

٣ يونيو ١٩٧٩ – خليج المكسيك حيث تسرب حوالي ٦,٢ مليون جالون من النفط.

٢٤ مارس ١٩٨٩ – الاسكا عندما اصطدمت الناقلة اكسون فالديز برصيف تحت الماء نجم عنه تسرب أكثر من ١ ملايين جالون من النفط في الماء محدثة أسوأ بقعة نفط في تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية.

١٩ ديسمبر ١٩٨٩ – جزر الكناري لاس بلماس حيث انفجرت باخرة إيرانية مما نجم عنه تسرب ١٩ مليون جالون من النفط الخام وحدوث تلوث بالمحيط الأطلسي لمساحة قدرها ١ ميل مربع امتدت لمسافة ١ ميل من لاس بلماس.

٨ يونيو ١٩٩ – بالقرب من جلفستون ميجابورج حيث تسرب ٥,١ مليون جالون على مسافة امتدت ٦ ميلاً جنوب وجنوب شرق جلفستون نتيجة انفجار واندلاع النار في غرفة المضخات.

٢٥ يناير ١٩٩١ –جنوب الكويت – خلال حرب تحرير الكويت قام العراق بإطلاق ما يقدر بحوالي ٤٦ مليون جالون من النفط الخام في الخليج العربي سواء من ناقلات النفط بميناء الاحمدي الكويتي أو من الجزر الصناعية الكويتية وفي ٢٧ يناير قامت قوات الحلفاء بقصف مجمع الأنابيب لوقف تدفق النفط.

١ أغسطس ١٩٩٣ بخليج تامبا اصطدمت ثلاث سفن مع بعضها البعض وقدرت كمية النفط المتسرب بحوالي ٢٦٦. جالون من زيت الوقود في مياه خليج تامبا .

٨ سبتمبر ١٩٩٤ – تم بناء خزان لاحتواء انفجار نفطي وبقعة زيت في نهر كلفا وقدرت إدارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية حجم البقة بحوالي ٢ مليون برميل في حين قدرت السلطات الروسية المالكة للشركة أن حجم البقعة يقدر بحوالي ١ ٢ ألف برميل.

١٥ فبراير ١٩٩٦ – بالقرب من سواحل ولشن اصطدمت ناقلة عملاقة بميناء بلفورد هافن وتدفق نحو ٧ ألف طن من الزيت الخام وحدثت بقعة نفط امتدت لنحو ٢٥ ميلاً .

١٢ ديسمبر ١٩٩٩–انشطرت الناقلة ماليتز قبالة السواحل الفرنسية بالأطلسي ونجم عن ذلك تدفق ٣ ملايين جالون من النفط الثقيل في مياه البحر.

فى أوكرانيا زلزل مناجم أوكرانيا الانفجار الأخير هو ثاني حادث من نوعه خلال أسبوعين حيث تسبب تسرب غاز الميثان في انفجار بمنجم للفحم شرقي أوكرانيا يوم الأحد ٢١/ ٢/٧ ٢ في مقتل ستة عمال وإصابة ١٤ آخرين، وأربعة من القتلى قضوا بفعل الانفجار، في حين مات الاثنان الآخران بفعل الاختناق لاستنشاقهم غاز أول اوكسيد الكربون السام و١٤ آخرين أصيبوا بحروق متباينة القوة، وهناك أربعة من هؤلاء في حالة خطيرة، وقد تم انتشال جميع العمال من موقع الحادث.

والعشرات من رجال الإنقاذ نجحوا في إجلاء أكثر من ٤ من عمال منجم يوبيلينايا، وهو موقع الحادث .

كوارث إشعاعية :

وقعت أولى الحوادث الاشعاعية في العالم اثناء تصنيع المواد النووية للقنابل الذرية الأولى. في ١ سبتمبر عام ١٩٤٤ شهد مختبر اوك ريج الوطني الامريكي في ولاية تنيسي في الولايات المتحدة انفجارا لمادة فلوريد اليورانيوم اسفر عن تشكل مادة حامض الفلوريد، وذلك اثناء القيام بمحاولة تنظيف انبوبة في آلة تخصيب اليورانيوم وقتل شخصان نتيجة الاصابة واستنشاق بخار الحامض واصيب ٣ آخرون بجروح خطيرة.

شهد الاتحاد السوفييتي اول حادث اشعاعي خطير في ١٩ يونيو عام ١٩٤٨ بعد انشاء المفاعل النووي الخاص بمصنع البلوتونيوم الحربي في مقاطعة تشيليابينسك السوفيتية ونتيجة التبريد غير الكافي لبعض وحدات اليورانيوم جرى صهرها مع الجرافيت وكان طاقم المفاعل وافراد الوحدات العسكرية يعملون على اصلاح العطب خلال ٩ ايام متتالية

في ٣ مارس عام ١٩٤٩ قام مصنع ماياك في مقاطعة تشيليابينسك بتسريب المواد الخام الاشعاعية النشيطة إلى نهر تيتشا مما تسبب في تعرض ١٢٤ ألف شخص في ٤١ بلدة وقرية للاشعاع النووي وقد حصل ٢٨١ شخص ساكن على ضفاف النهر على جرع اشعاعية خطيرة بمقدار ٢١ ميللي زيفيرت واصيب قسم منهم بالمرض الاشعاعي

في ١٢ ديسمبر عام ١٩٥٢ شهدت كندا أول حادث خطير في المحطة الذرية وقد أادى خطأ تقني ارتكبه طاقم محطة تشولك ريفير الذرية إلى إحماء المنطقة النشيطة وانصهارها الجزئي وتسربت كميات من المواد الناتجة عن انشطار نواة الذرة وتسرب شعاعها إلى البيئة المحيطة أما ٣٨ متر مكعب من الماء الملوث إشعاعياً فتم رشها في منحدرات الأرض بالقرب من نهر أوتاوا.

في ٢٩ نوفمبر عام ١٩٥٥ تسبب خطأ في تشغيل المفاعل فى وقوع حادث في مفاعل أي بي ار- ١ التجريبي في ولاية إيداهو الأمريكية ، حيث ارتكب أحد العاملين خطأ في تجربة البلوتونيوم مما أدى إلى انهيار المفاعل واحتراق ٤ % من المنطقة النشيطة.

في ٢٩ سبتمبر عام ١٩٥٧ وقع حادث دعي فيما بعد كيشتيمسكي حيث انفجرت خزانة تحتوي على ٢ مليون كوري من الاشعاع النووي في مستودع المواد الخام الاشعاعية في مصنع ماياك الواقع في مقاطعة تشيليابينسك السوفييتية وقد وصف الخبراء هذا الانفجار بأنه ذو قدرة تعادل ٧ – ١ طن من التروتيل ومر السحاب الاشعاعي فوق مقاطعات تشيليابينسك وسفيردلوفسك وتيومين مشكلاً ما يسمى بأثر شرق الأورال الذي بلغت مساحته ما يربو على ٢ ألف كيلومتر مربع ويقول الخبراء أن ما يزيد عن ٥ آلاف شخص تعرضوا للاشعاع بقدرة حتى ١ رونتجن وشارك حوالي ٢٥ – ٣ آلف شخص في تصفية عواقب الحادث في الفترة ما بين عام ١٩٥٧ و١٩٥٩ واعتبر الحادث في الحقبة السوفيتية سرياً.

شهدت مدينة فيندسكايل في بريطانيا يوم ١ اكتوبرعام ١٩٥٧ حادثاً كبيراً في أحد المفاعلين النوويين الخاصين بتصنيع البلوتونيوم الحربي. وتسبب خطأ في استخدام المفاعل في ارتفاع درجة الحرارة بالمفاعل مما أدى إلى نشوب الحريق في المنطقة النشيطة واستمر ٤ أيام وتسبب الحادث في تعطيل ١٥ قناة تكنولوجية مما أسفر عن تسرب النويدات المشعة إلى البيئة المحيطة واحتراق ١١ طناً من اليورانيوم وقامت الأمطار المشعة بتلويث أراضي واسعة في انجلترا وأيرلندا وبلغ السحاب المشع أراضي بلجيكا والدنمارك وألمانيا والنرويج.

في أبريل عام ١٩٦٧ وقع حادث إشعاعي في مصنع ماياك فى مقاطعة تشيليابنسك السوفيتية الذي قام بتسريب المواد الخام المشعة إلى بحيرة قره تشاي مما أدى إلى انخفاض عمق البحيرة وجفافها جزئياً وتلوث الهواء بالغبار المشع الذي بلغت قدرته الاشعاعية ٦ كوري وتساقط الغبار المشع على أراضي مساحتها ١٨ كيلومتر مربع التي يقطنها ٤ ألف نسمة.
في عام ١٩٦٩ وقع حادث في مفاعل لوسانس فى سويسرا واضطرت السلطات إلى سد الكهف الملوث بالتسريبات المشعة الذي وقع فيه الحادث

وشهدت فرنسا في العام نفسه حادثا وقع في محطة القديس لافرينتي الكهروذرية حيث انفجر مفاعل قدرته ٥ ميجاواط بسبب خطأ ارتكبه عامل أثناء تحميل قناة الوقود وتسبب الحادث في تسخين بعض مكونات المفاعل وانصهارها وتسرب ٥ كيلوجراماً من الوقود النووي السائل.

في ١٨ يناير عام ١٩٧ شهد مصنع كراسنويه سورموفو في مقاطعة نيجني نوفجورود السوفييتية حادثاً اشعاعياً أثناء عملية صنع الغواصة النووية اس – ٣ وأدى الحادث إلى تشغيل المفاعل النووي إضطرارياً وعمل لمدة ١٥ ثانية مما تسبب في حدوث تلوث إشعاعي في جناح المصنع الذي صنعت فيه الغواصة وحصل حوالي ١ عامل على جرعات اشعاعية واعتبر هذا الحادث سرياً لمدة ٢٥ سنة وشارك عمال المصنع كلهم في تصفية عواقب الحادث وبقي منهم ٣٨ شخصاً فقط من مجموع ١ عامل قيد الحياة بحلول يناير عام ٢ ٥.

في ٢٢ مارس عام ١٩٧٥ نشب حريق في مفاعل محطة براونس فيري بولاية ألاباما الأمريكية وقدر الخبراء الأضرار الناتجة عنه ب ١ ملايين دولار وتسبب الحريق في تعطيل المحطة لمدة سنة .

ويعتبر الحادث الذي وقع يوم ٢٨ مارس عام ١٩٧٩ في محطة نريمايل ايلند بولاية بنسلفانيا الأمريكية أكبر حادث من حيث الخطورة في تاريخ قطاع الطاقة الذرية الأمريكية وتسبب عطب في تشغيل المفاعل الثاني للمحطة وأخطاء ارتبكها العاملون في انصهار ٥٣% من المنطقة النشيطة للمفاعل، وفي تسريب الغازات المشعة إلى الهواء بالإضافة إلى تسرب ١٨٥ متراً مكعباً من الماء المشع خفيفاً إلى نهر سوكواخانا وتم إجلاء ٢ ألف شخص من المنطقة التي تعرضت للتلوث الاشعاعي.

في ٢٦ أبريل عام ١٩٨٦ انفجر مفاعل تشرنوبول النووى وبالتحديد المفاعل الرابع فيه وهو أكبر حادث نووي في العالم ووقع الانفجار بسبب خلل فى أحد المولدات التوربينية حينما كان يتم إجراء تجربة فيه ، وتم تسرب ١٩ الف طن من المواد المشعة إلى الهواء بما فيها ٨ أطنان من مجموع ١٤ طناً للوقود النووي المستعمل في المحطة ، وتعرض سكان تشرنوبول إلى اشعاع يزيد بمقدار ٩ مرة عما هو عليه أثناء سقوط القنبلة النووية على مدينة هيروشيما اليابانية أثناء الحرب العالمية الثانية وأودت الكارثة بحياة ٣٦ شخصا وأصابت أكثر من ألفين فى حينها وأجلى على أثرها ما يزيد عن ١ ألف شخص من المناطق المجاورة خوفاً عليهم من تأثير الإشعاعات التى قتلت المئات فى السنوات اللاحقة للانفجار.

لم ينحصر أثر انفجار مفاعل تشرنوبول على المنطقة فحسب بل تخطت آثاره الحدود الإقليمية لأوكرانيا لتطال دولاً وقارات تفصلها عنها آلاف الأميال بما فيها جنوب جمهورية بيلاروس وغرب روسيا وخلصت بعض التقارير إلى أن الغبار الذرى المتساقط من تشرنوبول تسبب فى تلويث ٤ % من سطح أوروبا.

في ٣ سبتمبر عام ١٩٩٩ شهدت اليابان أكبر حادث نووي في تاريخها حيث بدأ التفاعل النووي المتسلسل غير المتحكم فيه بسبب خطأ ارتكبه عمال مصنع توكايمورا الخاص بصنع الوقود النووي للمحطات الكهروذرية في اقليم أباراكي الياباني واستمر التفاعل لمدة ١٧ ساعة وتعرض ٤٣٩ شخصاً للاشعاع عولج ١١٩ منهم وقتل شخصان من المصابين. في ٩ اغسطس عام ٢ ٤ وقع حادث نووي في محطة ميهاما في جزيرة هونشو ٣٢ كيلومتراً غربي طوكيو وانبثق البخار البالغة درجة حرارته ٢ درجة مئوية مما أدى إلى إصابة بعض العاملين فى المحطة الكهروذرية بحروق وقتل ٤ أشخاص منهم وأصيب ١٨ شخصاً بجروح خطيرة. وشهد اليابان في ١١ مارس عام ٢ ١١ أقوى زلزال في تاريخ البلاد وتسبب الزلزال بهدم طوربيد ونشوب حريق في محطة أوغانافا الكهروذرية وتمكن طاقم المحطة من إطفاء الحريق بسرعة لكن محطة فوكوشيما الكهروذرية شهدت وضعاً حرجاً وخطيراً نتيجة توقف نظام التبريد فيها وانصهار الوقود النووي في المفاعل الأول وتسربت المواد المشعة خارج المحطة فتم إجلاء السكان من منطقة تحيط بالمحطة وقد وقع انفجار في المحطة وعرضت قناة أن هي كا صورا فوتوغرافية تبين جدار منهار في وحدة المفاعل.

القاتل البرتقالي ـ أخطر ملوث بيئي :

الدايوكسين أخطر ملوث بيئي عرفته البشرية وهو من المركبات العضوية الكلورينية ذات التركيب الكيماوي المعقد وهو مادة غير قابلة للتحلل وعندما ينتشر في الجو يبقى خطراً لمدة طويلة جداً قد تصل إلى عشرات السنين ينبعث الدايوكسين عند احتراق البلاستيك والنفايات الطبية مثل الحقن وعبوات محاليل الوريد والمواد التي تستخدم مرة واحدة وغيرها

لذلك فإن محارق نفايات المستشفيات مصدر رئيسي لإنبعاث الدايوكسين في الجو، وحتى لا تتسرب هذه المادة الخطرة في الهواء يجب أن تعمل المحارق وفق تقنية متطورة جداً تسمح بحرق النفايات الطبية عند درجة حرارة لا تقل عن ١٥ درجة مئوية بالإضافة لوجود وسائل تحكم تمنع تسرب الدايوكسين أو تصاعده في الجو، كذلك وجود وسائل تسمح بجمع الرماد بطرق سليمة بيئياً تمهيداً لدفنها بطرق خاصة جداً.

وقد أثبتت الدراسات والأبحاث العلمية والطبية أن حد الأمان للتعرض للدايوكسين يكاد يكون صفر وأن تعرض الإنسان لكمية متناهية التركيز يؤدي إلى إضعاف جهاز المناعة لديه وأصابته بتشوهات خلقية وغير خلقية وأخطر ما يمكن أن يتسبب فيه الدايوكسن مرض السرطان فقد ثبت عام ١٩٩٧ أن الدايوكسين مادة مسرطنة، ومن عوارض الإصابة بالدايوكسين ضعف جهاز المناعة وضعف الهرمونات الذكرية عند الرجال وتعرض النساء للإجهاض وولادة أطفال مشوهين.

وقد استخدم الدايوكسين في الحرب الأمريكية الفيتنامية وعرف منذ ذلك الحين باسم القاتل البرتقالي الذي تسبب فى ولادة أطفال مشوهين وتعرض مئات الحوامل للإجهاض وإصابة الآلاف بأمراض عصبية ولا تزال شواهد تلك الفترة حية حتى الآن وتتمثل فى الأشخاص ذوي العاهات الخلقية والجسدية والعقلية الذين ولدوا في فترة الحرب وظلوا يعانون من آثار الدايوكسين حتى يومنا هذا

الباب الخامس
أمثلة على الكيمياء الخضراء

أمثلة من الكيمياء الخضراء:

ـ أمثلة المواد البادئة الخضراء:

ظهرت كثير من الإنجازات فى مجال استخدام المواد البادئة الخضراء أى الصديقة للبيئة لتصنيع منتجات كيميائية متنوعة والتى صنعت من قبل بالطرق التقليدية من مواد بادئة إما قابلة للاستنفاذ أو تحمل أخطار بيئية عديدة من خلال تقنيات كيميائية تحمل فى طياتها العديد من احتمالات التلوث سواء من استخدام المذيبات العضوية أو العوامل المساعدة أو استهلاك الطاقة وغيرها .

ومع التقدم فى علوم التكنولوجيا الحيوية والتحفيز الحيوى والتخليق الحيوى اتجهت البحوث إلى استخدام المواد البادئة الحيوية كبديل للبترول فى تخليق العديد من المركبات العضوية .

بوليمرات عديد التسكر : يتميز استخدام بوليمرات عديد التسكر كمواد بادئة بأنها مواد متجددة ومستمرة باستمرار حياة البشر كما لا توجد أى بيانات تشير إلى خطورة استخدامها على الإنسان أو البيئة بجانب أنها قابلة للتحلل البيولوجى ويتضح ذلك فى أبحاث جروس وآخرون فى اتباعه التخليق الحيوى لتحضير العديد من المركبات العضوية مستخدما بوليمرات عديدة التسكر كمواد بادئة .

الجلوكوز كمادة بادئة بدلا من البنزين : تمكن فورست من استخدام الجلوكوز كمادة بادئة لتحضير العديد من المركبات الاروماتية مثل الهيدروكينون والكاتيكول وحمض الاديبيك وهى مركبات مهمة تحتاجها الصناعة بكميات كبيرة . وذلك من خلال طرق التخليق الحيوى وباستخدام الماء كمذيب وهذه المواد كانت تحضر من البنزين وباستخدام مذيبات عضوية وفلزات ثقيلة كعوامل مساعدة .

تحويل الكتلة الحيوية إلى منتجات كيميائية: تمكن الباحثون فى جامعة A &M فى تكساس من الوصول إلى مجموعة من التقنيات التى تحول نفايات الكتلة الحيوية إلى علف حيوانى وكيماويات صناعية – ومواد للوقود ومخلفات الكتلة الحيوية هى عبارة عن مخلفات القمامة الصلبة ومياه المجارى والمخلفات الزراعية وهى تمثل عبئا بيئيا خطيرا وتكلفة اقتصادية كبيرة للتخلص منها وتتلخص طرق المعالجة لهذه النفايات لتحويلها إلى مواد مهمة فى الآتى :

العلف الحيوانى : بمعالجة الكتلة الحيوية بالجير – يتحول القش ولباب قصب السكر المتبقى بعد العصر إلى علف للحيوانات المجترة .

مواد كيميائية : الكتلة الحيوية المعالجة بالجير يمكن وضعها فى جهاز تخمر لا هوائى حيث تحولها الكائنات العضوية الدقيقة إلى أملاح للأحماض الدهنية المتطايرة مثل اسيتات وبروبيونات وبيوتيرات الكالسيوم التى تحول إلى الأحماض الدهنية عند معالجتها بحمض غير عضوى كما يمكن تسخين أملاح الأحماض الدهنية المتطايرة لتعطى كيتونات مثل الاسيتون والميثيل ايثيل كيتون وثنائى ايثيل كيتون . كما يمكن أيضا هدرجه الكيتونات إلى كحولات مثل الايزوبروبانول والايزوبيوتانول والايزوبنتانول .

ويلاحظ أن هذه التقنيات الجديدة تلعب دورا مهما فى الحفاظ على البيئة من الملوثات بل وتحول هذه الملوثات إما إلى علف حيوانى يحل محل محصول الذرة الذى يذهب حوالى ٨٨% من إنتاجه إلى الأعلاف بجانب أنه يوفر مساحات من الأرض لزراعات أخرى ويوفر الأسمدة والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب التى تشكل تلوثا إضافيا للبيئة كما أن إنتاج الكيماويات من هذا المصدر يخفف العبأ على استخدام زيت البترول كما يقلل من تلوث البيئة .

أمثلة على التفاعلات الخضراء:

اقتصاد الذرة وعوامل الحفز المتجانسة:

من أجل جمع أكبر عدد من ذرات المواد المتفاعلة لتدخل فى الجزئ الناتج أوجد تروست ما يعرف باقتصاد الذرة وهدف هذه الطريقة هو التقليل بقدر الإمكان من عدد الذرات الناتجة من التفاعل كمواد ثانوية غير مرغوب فيها ويعتبر تفاعل ديلز – آلدر وتكاثف الدول أمثلة من هذه التفاعلات حيث لا تتكون نواتج ثانوية أو قد لا تتكون إطلاقا ولتحقيق هذه التفاعلات وغيرها أوجد تروست محفزات جديدة من الفلزات الانتقالية ونشر هذا العمل فى بحوث جديدة .

تخليق الامينات الاروماتية بغير استخدام الهاليدات :يتم التحضير التقليدى للامينات العطرية بكلورة البنزين يتبعه عملية نيترته ثم احلال نيوكليوفيلى للكلور بمجموعة تعويضية جديدة . ويوضح الشكل التالى تحضير ٤- امينو – ثنائى فنيل أمين وقد طور مونسانتو هذه الطريقة باستخدام الإحلال النيوكليوفيلى للهيدروجين وبذلك تجنب استخدام الهالوجينات الوسيطة رباعى مثيل هيدروكسيد الامونيوم لينتج رباعى مثيل أملاح الأمونيوم لنواتج التكاثف . وبإجراء الهدرجة الحفزية لمخلوط التفاعل ينتج ٤- أمينو ثنائى فنيل أمين ويسترجع رباعى مثيل هيدروكسيد الأمونيوم .

البديل الأخضر لطريقة ستريكر فى تحضير مبيد الأعشاب :

مركب ثنائى الصوديوم امينو ثنائى الاسيتات مركب وسطى مهم فى تحضير مبيد للأعشاب وقد كان يحضر بطريقة ستريكر والتى تستخدم الامونيا والفورمالدهيد وسيانيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك .

ونظرا للخطورة الشديدة لسيانيد الهيدروجين الذى يحتاج تداولا خاصا ليقلل الخطورة على العاملين والمجتمع والبيئة كما أن التفاعل يمكن أن يولد حرارة كبيرة وعدد من المركبات الوسيطة غير المستقرة . هذا إلى جانب أن كل ٧ كيلوجرامات من الناتج يصاحبها ١ كيلو جرام من المخلفات ومعظم هذه المخلفات تحتوى على السيانيد والفورمالدهيد ويجب معالجتها قبل التخلص منها وقد تمكن مونسانتو من تطبيق طريقة بديلة لتحضير تعتمد على نزع الهيدروجين من ثنائى الايثانول أمين باستخدام النحاس كعامل حفز .

ويتضح مدى الأمان الذى تحظى به هذه الطريقة لانها تتجنب استخدام الفورمالدهيد والسيانيد كما أن عملية نزع الهيدروجين عملية ماصة للحرارة وتتفادى مسار التفاعل الخطر كما تتميز هذه الطريقة بوفره المنتج وبقله خطوات التحضير ويمكن الحصول على المنتج بمجرد ترشيحه من العامل المساعد ولا يحتاج المنتج إلى تنقية ولا ينتج فيه مخلفات ثانوية . ويمكن تطبيق هذه التقنية الحفزية أيضا فى تحضير الأحماض الأمينية كحمض الجلايسيين كما يمكن اعتبارها طريقة عامة لتحويل الكحولات الأولية إلى أملاح أحماض كربوكسيلية ويمكن أيضا تعميمها فى تحضير كثير من الكيماويات الزراعية والصيدلانية والصناعية الأخرى .

أمثلة على الكواشف الخضراء:

تحضير الايوزسيانات بدون استخدام الفوسجين: البولى يوريثانات هى بوليمرلات واسعة الانتشار فى استخداماتها الصناعية وترجع الخطورة فى تصنيع هذه البوليمرات أنها تحضر تقليديا باستخدام غاز الفوسجين وهو غاز شديد الخطورة وتؤدى الإصابة الحادة به إلى الموت وقد تمكنت مجموعة باحثين من شركة موناسنتو من تحضير اليوريثانات ومركبات الايزوسيانات الوسيطة بطريقة تستبعد استخدام الفوسجين تماماً .

المثيله الانتقائية باستخدام ثنائى مثيل الكربونات: تجرى تفاعلات المثيلة تقليديا باستخدام هاليد المثيل أو كبريتات المثيل ومن غير المرغوب بيئيا استخدام هذه المركبات نظرا لسميتها وغالبا ما تتضمن عملية المثيلة باستخدام المركبات التى تحتوى على المثيلين النشط. وقد أوجد تندو طريقة المثيلة الانتقائية للمركبات التى تحتوى على مجموعة ميثيلين نشطة باستخدام ثنائى مثيل الكربونات . وذلك بتفاعل الآريل اسيتونيتريل مع ثنائى مثيل الكربونات عند ١٨ – ٢٢ م فى وجود كربونات البوتاسيوم لينتج ٢-آريل بروبيونيتريلات بانتقائية عالية (٩٩%)

البلمرة باستخدام ثنائى فنيل الكربونات : تمكنت شركة أساهى للصناعات الكيميائية من تطوير مفهوم بلمره الحالة الصلبة للبوليمر اللاشكلى فى تصنيع البولى كربونات وذلك باستبدال الفوسجين وكلوريد المثيلين التى كانت تستخدمها سابقا إلى استخدام بس – فينول وثنائى فينيل الكربونات مباشرة لتعطى البريبوليمر ذو الكتلة الجزيئية الصغيرة ٢ - ٢ . ثم يتحول هذا البريبوليمر بالتبلر وتكرر عملية البلمرة إلى بوليمر ذو كتلة جزيئية كبيرة وهو بوليمر شفاف .

متراكبات الفلزات الانتقالية المؤكسدة الخضراء: تتسم معظم عمليات الأكسدة بتبعيات سلبية بيئيا نتيجة لتخليق عوامل أكسده طويلة الامد ومؤكسدات يمكن إعادة دورتها تتلوث البيئة بأيونات الفلزات الانتقالية ويمكن الحد من التلوث البيئى بأيونات نتيجة لاستخدام الفزات الانتقالية باستبدالها بالاكسجين الجزيئى كمادة مؤكسدة أولية . وقد استحدث كولنز أنظمة متعددة كثيرة مستقرة تجاه التحلل بالأكسدة فى الأوساط المؤكسدة وقد أوجد نماذج لوسائط تفاعلية فى عمليات الأكسدة الحيوية والكيميائية . وتم تخليق متراكبات للعناصر الانتقالية لها درجات استقرار كبيرة فى حالات تأكسدها العالية .

مفاعلات الأكسدة السائلة :طور براكسيرطريقة تسمح بالأكسدة الآمنة للمركبات العضوية بالأكسجين النقى أو النقى تقريبا وتسمى هذه التقنية بمفاعلات الأكسجين السائل واستخدام الأكسجين بدلا من عمليات الأكسدة التقليدية القائمة على الأكسدة بالهواء فتقل كمية الغاز الخارجة التى يلزم معالجتها قبل إطلاقها فى الجو وقد ثبت أن استخدام الأكسجين له تأثير إيجابى على كيمياء التفاعل حيث يقلل درجة الحرارة أو الضغط المستخدم مما يؤدى إلى تحسين الانتقائية دون التضحية بمعدل الإنتاج وتؤدى الكفاءة الكيميائية باستخدام الأكسجين إلى وفر جوهرى فى تكاليف المواد الخام كما أن تخفيض درجة الحرارة يسمح لهذه الطريقة أن تقلل الفاقد فى المتفاعلات والمذيبات التى تتجه إلى مسار النواتج الثانوية أو المخلفات كما تمكن مفاعلات الأكسجين السائل قطاعات كبيرة من الصناعات الكيميائية فى تحقيق كفاءة أكبر فى استخدام المواد الخام وتقلل الانبعاثات إلى البيئة

أمثلة على المذيبات الخضراء وظروف التفاعل:

أن المذيبات العضوية المتطايرة مكلفة اقتصاديا حيث نتحمل أثمانها مرتين مرة لاستخدامها كمذيبات ومرة أخرى لمعالجتها بجانب تأثيرها السلبى على البيئة والإنسان – والبديل الآمن هو ثانى أكسيد الكربون فى الحالة فوق الحرجة – حيث أن ثانى أكسيد الكربون غاز غير قابل للاشتعال أو الأكسدة ومتجدد وغير سام ورخيص الثمن بجانب قدرته الكبيرة على الإذابة والانتشار الواسع وسهولة فصلة وعدم إذابته للأملاح.

ومن الاستخدامات الكبيرة لثانى أكسيد الكربون فوق الحرج التى تم اكتشافها أحد التفاعلات الواعدة التى اوجدتها معامل لوس الاموس وهو الاختزال الحفزى غير المتناظر خاصة تفاعلات الهدرجة وتفاعلات انتقال الهيدروجين التى يمكن عند إجراءها باستخدام ثانى أكسيد الكربون فوق الحرج أن تتم بانتقائية فائقة بالمقارنة بالمذيبات العضوية

البلمرة فوق الحرجة: تستخدم تقنيات الكيماويات ذات النشاط السطحى ثانى أكسيد الكربون الصابونى أو ثانى أكسيد الكربون فوق الحرج بديلا عن المذيبات العضوية التى أصبح استخدامها غير مطلوب. وتتطلب هذه التقنية تطوير أنظمة ذات نشاط سطحى لثانى أكسيد الكربون السائل أو فوق الحرج ليمتد استخدامه فى إذابة الهيدروكربونات الكبيرة .

بجانب عمليات البلمرة فثانى أكسيد الكربون الصابونى يمكن استخدامه فى عمليات التنظيف أو الاستخلاص عوضا عن الهيدروكربونات المهلجة.

ثانى أكسيد الكربون كعامل نفخ : استخدمت شركة داو للصناعات الكيميائية طريقة جديدة لاستخدام ١ % ثانى أكسيد الكربون كعامل نفخ فى تصنيع ألواح البولى ستايرين الرغوى وذلك لأن ثانى أكسيد الكربون يتميز بأنه صديق للبيئة فلا يدمر طبقة الأوزون ولا يساهم فى تكوين الضباب الدخانى ولا يسبب الاحتباس الحرارى وهو غير قابل للاشتعال وآمن على العمال فى تداوله بجانب أنه رخيص الثمن. كما يمكن الحصول عليه من النواتج الثانوية فى الصناعة أو من المصادر الطبيعية.

المذيبات المقيدة : توصل الباحثون فى إلى مجموعة من المذيبات البوليميرية والتى تتميز بأن لها خواص فى الإذابة والفصل والتنظيف تشبه خواص المذيبات التى تستخدم عادة فى التفاعلات العضوية وتتميز هذه المذيبات بعدم تسربها إلى البيئة فى الهواء أو المجارى المائية وهذه المذيبات هى بوليمرات مشتقة من المذيبات المعروفة فى التفاعلات وفى عمليات الفصل. ويمكن استخدام هذه المذيبات بمفردها أو يمكن تخفيفها فى الالكانات العالية كما يمكن استخدامها فى عمليات الفصل

ومن أمثلة المذيبات البوليميرية أو الاوليجوميرك مشتقات رباعى هيدروالفيوران التى تخلق باستخدام مونومر ضخم يحتوى على المجموعة الوظيفية المطلوبة معلقة على البناء الهيكلى للبوليمر وتتميز هذه المذيبات البوليميرية بسهولة استرجاعها بالفصل الآلى مثل الترشيح العالى بدلا من عمليات التقطير وهذه التقنية فى تصميم المذيبات وطرق التحضير توفر طريقة هامة لمنع تلوث الماء والهواء.

التفاعلات الضوئية الكيميائية:

تفاعل كيميائى ضوئى بديلاً عن تفاعل فريدل كرافتس : لكى نتحاشى التلوث من النواتج الثانوية لتفاعلات فريدل – كرافتس المعروفة استخدمت كروس طريقة بديلة لهذا التفاعل فقد تمكن من إجراء تفاعلات كيميائية ضوئية على الالدهيدات مع الانظمة الحلقية للكينون .

وتحاشت هذه الطريقة استخدام أحماض الكلوريدات الحساسة للهواء ومحفزات أحماض لويس (مثل كلوريد الالومنيوم أو كلوريد القصدير أو كلوريد التيتانيوم) والمذيبات مثل النيتروبنزين و ثانى كربيتيد الكربون – ورابع كلوريد الكربون.

الباب السادس
بدائل الكيمياويات

المواد البديلة : تعتمد طريقة التحضير الكيميائى إلى حد كبير على طبيعة ونوع وخواص المواد البادئة للتفاعل واختيار مادة أولية معينة لا يعتمد فقط على كفاءتها الكيميائية بل لابد من الأخذ فى الاعتبار الأبعاد البيئية والصحية عند تداولها أى الأخطار التى تواجه الموردين الذين يجهزون هذه المادة والأخطار التى يمكن أن تواجه العاملين أثناء تداولها والأخطار المحتملة أثناء نقلها .

كما أن هناك عديد من الأسئلة يجب الإجابة عليها قبل اختيار المادة الأولية هل هى مادة خام لم تعالج من قبل أو مادة معاد تدويرها ؟ أو هى إحدى المنتجات البترولية ؟ وهل هى من المواد الحيوية ؟ ومن المفيد أن نعرف أن ٩٨ % من جميع المركبات العضوية المنتجة فى الولايات المتحدة مثلا يبدأ تحضيرها من البترول ويستهلك تحضير هذه المركبات ١٥% من جملة الطاقة المستخدمة وتزداد هذه الكمية من الطاقة حالياً لأن مصانع التكرير تستخدم خامات بترولية أقل جودة من الخامات السابقة ولا يخفى علينا خطورة الاعتماد شبة الكلى على البترول فى معظم الصناعات الكيميائية لأننا نعرف أنه مصدر على وشك النفاذ فى وقت قريب بجانب المخاطر البيئية العديدة التى تصاحب تحضير هذه المركبات من البترول فعملية الأكسدة التى تجرى على منتجات البترول لتحضير بعض المركبات العضوية المهمة اعتبرت تاريخياً أكثر العمليات إحداثاً للتلوث من كل عمليات التحضير الأخرى على الإطلاق لذا تقدم الكيمياء الخضراء منتجات زراعية كالقمح والبطاطس والصويا والمولاس كمواد أولية بديلة للبترول لتحضير العديد من المنتجات الصناعية مثل الأنسجة والنايلون .... الخ .

وقدمت الكيمياء الخضراء بديلاً آخر للمنتجات الزراعية كمواد أولية وهو المخلفات الزراعية والكتلة الحيوية التى تتكون أساساً من مواد ليجنوسليلوزية عديدة ومن البدائل الأخرى التى استخدمتها الكيمياء الخضراء كمدخلات فى عمليات التصنيع الضوء فمثلا تستخدم الفلزات الثقيلة عادة فى عمليات أكسدة مواد البترول وهى مواد ذات سمية شديدة ومسببة للسرطان كما تدمر الجهاز العصبى وقد حل الضوء المرئى كبديل لهذه المواد ليحدث نفس التفاعلات المطلوبة .

اسند إلى الكيمياء الخضراء مساحة هامة جداً للبحث عن الوسط المناسب الذى يمكن أن تتم فيه التفاعلات بالكفاءة المطلوبة وذلك لما سببته المذيبات المعتادة وهى غالباً مركبات عضوية متطايرة من سلبيات بيئية متعددة مثل ضباب الدخان وغيره وقد وصل العلماء إلى بدائل كثيرة تحافظ على الهواء النظيف .

تغيير هدف المنتج : تركزت أبحاث الكيمياء الصيدلية فى كيفية إنتاج مركبات على أعلى درجة من الكفاءة وأقل قدر من السمية أو الآثار الجانبية وهى تتوافق فى ذلك مع أهداف الكيمياء الخضراء إلا أن أبحاث الكيمياء الخضراء بدراستها الدقيقة لبنية الجزئ المستهدف تعمل على تجنب الجزء المسئول عن أى آثار جانبية غير مرغوبة فى الجزئ المستهدف وفى جميع الحالات هناك تحد للمواءمة بين التداخل فى فاعلية الجزئ ومدى سميته .

عوامل تحفيز بديلة : حققت الكيمياء الصناعية ازدهاراً كبيراً باستخدام عوامل حفز متنوعة وتعددت البحوث لاختيار أنواع الحوافز ودراسة خواصها وفاعليتها الكيميائية إلا أنه فى الجانب الآخر لم يحظ التأثير البيئى لهذه الحوافز بالاهتمام الكافى

وكانت الفلزات الثقيلة هى أكثر عوامل التحفيز المستخدمة التى تبين بعد ذلك سميتها الشديدة وتأثيرها المدمر على الإنسان والبيئة لذا اتجهت الأبحاث إلى إيجاد بدائل جديدة مثل الضوء أو الإنزيمات أو غيرها .

طرق التحليل الكيميائى: ويقصد بطرق التحليل الكيميائى رصد الوقت الحقيقى لقياس وتقدير المكونات أثناء سير التفاعل مع إمكانية تغيير مسار التفاعل حسب نواتج التحليل مثال على ذلك ،بفرض أن المادة (س) مادة ملوثة وباستخدام طرق التحليل وجدنا زيادة تركيزها بكمية كبيرة أثناء سير التفاعل الذى يجرى تحت ضغط عال ودرجة حرارة مرتفعة فيمكننا بتغيير الضغط ودرجة الحرارة مع استمرار التحليل أثناء سير التفاعل التحكم فى أحسن الظروف التى تقلل أو تمنع تكوين هذه المادة الملوثة وهناك حالياً كثير من البحوث فى هذا الاتجاه خاصة فى مجال التكنولوجيا الحيوية حيث تكون التفاعلات شديدة التعقيد وقيمة الناتج مرتفعة لذا تتضح الأهمية الاقتصادية لهذه الطريقة .

العوامل المساعدة لكيمياء أكثر أماناً : الأثر الأكبر للعوامل المساعدة هو تطوير عمليات جديدة دون مرافقها لوجود مخلفات ، ومن الطبيعى أن المدخل لإجراء العمليات هو تطوير عمليات لها مسار واحد وعادة يكون هذا المدخل مستحيلا ولذلك يصاحب أغلب العمليات مركبات مرافقة للناتج المطلوب وكذلك مخلفات أخرى والتى يجب أن تكون فى الحدود المقبولة بيئياً بعض هذه المخلفات من الممكن تحويلها إلى رماد بالحرق . كما يمكن تحويلها إلى منتجات ثابتة.

دور العوامل المساعدة فى تخليق مركبات كيميائية بدون تلوث للبيئة:

تستخدم العوامل المساعدة تجاريا بشكل واسع فى عمليات تقطير البترول وفى صناعة المواد الكيميائية ولقد بلغت مبيعات العوامل المساعدة عام ١٩٩٢ ستة بلايين من الدولارات الأمريكية وكان نصيب الولايات المتحدة منها ٢ بليون دولار فأكثر من ٦ % من المنتجات الصناعية الكيميائية تتم باستخدام العوامل المساعدة ويمثل استخدام هذه المواد عبئا على اقتصاديات عملية الإنتاج وكذلك على البيئة .

بعض العوامل المساعدة تلعب الآن دورا ملحوظا فى تقليل تلوث البيئة فتستخدم العوامل المساعدة الآن لتحسين نوعية الهواء وذلك بإزاحة غازات المنطلقة فى الهواء من عمليات مختلفة كما قللت استخدام المركبات العضوية سهلة التطاير .

والتحدى الواضح فى تصميم العوامل المساعدة التى ستستخدم فى القرن الحادى والعشرين هو:

استحداث تصميم لاستخدام عوامل مساعدة حديثة تكون غير ملوثة للبيئة باستخدام الحاسوب.

تطوير ليجندات ومذيبات تستخدم فى تفاعلات العوامل المساعدة غير المتجانسة والتى تتم عند درجات حرارة عالية بحيث تكون أكثر ثباتا حراريا ومقاومة للأكسدة وبذلك تطيل من عمر العامل المساعد .

تصميم العامل المساعد والعمليات وهندسة المفاعلات بما يساعد على فصل النواتج من مخلوط العامل المساعد .

استحداث عوامل مساعدة اقتصادية .

تقليل استخدام الطاقة .

وتستخدم فلزات العناصر الانتقالية فى تفاعلات الهدرجة كما تستخدم بنشرها على سطح مادة صلبة مثل السيليكا أو الألومنيا أو الكربون .

كان يتم هذا التفاعل باستخدام عامل مساعد تقليدى وهو فى وسط مائى وفقا للمعادلة الآتية

تستخدم فى هذه الطريقة كمية كبيرة من العامل المساعد والتى تؤدى إلى تكوين كمية كبيرة من أيونات الكلوريد وهذا الكم الكبير من الكلوريد الناتج يمكن أن يتفاعل مع المركبات العضوية فيعطى مركبات عضوية مكلوره يكون لها تأثير ضار على صحة الإنسان وعلى البيئة.

المبيدات الحشرية:

الكثير من المبيدات الحشرية مركبات عضوية هالوجينية وهذه المركبات بالرغم من كفاءتها إلا أنها تتراكم فى أنسجة النبات والحيوان فى الأنسجة الدهنية وهى تسبب الدمار المباشر لكل من الكائنات التى تلتهمها أو لمستهلكى هذه الكائنات من البشر وكان مبيد DDT هو أحد أول هذه المبيدات الذى سبب دمارا واسعا بهذه الطريقة .

كما يجب أن تصمم لأداء الوظيفة يجب أن تصمم لقابلية التحلل

عندما نصمم مركباً كيميائياً فإننا نضع فى المقام الأول الخواص التى نريدها فى هذا المركب وتضع الكيمياء الخضراء نصب أعينها وبنفس درجة الأهمية لفاعلية المادة للغرض الذى صممت من أجله قابليتها للتحلل البيولوجى

فإذا صنع كيس من البلاستيك لجمع المخلفات فبعد تصنيعه بالمواصفات المطلوبة لأداء الغرض لابد من الأخذ فى الاعتبار خاصية قدرته على التحلل البيئى بعد استخدامه .

الكيمياء الخضراء والعودة نحو الطبيعة: يلعب النفط والمخلفات النفطية دوراً هاماً في الصناعات الحديثة ، ويمكن القول أن حياتنا العصرية قائمة بشكل مباشر على المواد والأدوات المصنوعة من النفط ومشتقاته ، وقد أسهم التقدم العلمي والتقني في صناعة وابتكار الكثير من المواد التي يدخل النفط بشكل رئيس في صناعتها ، كالمنسوجات والبلاستيك ومواد التنظيف والأجهزة الكهربائية والأسمدة وبعض الأدوية وغيرها الكثير من المنتجات التي أصبحنا نعتمد عليها بشكل كلي في حياتنا اليومية.

هذه المواد والمنتجات تستهلك كميات كبيرة من النفط ، حيث قدرت إحدى الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية ، انه تم استخدام ٥ % من مجمل النفط الخام في عام ٢ ٧ لأغراض ليس لها علاقة بإنتاج الطاقة ، وهذه الكمية تعادل حوالي مليون برميل من النفط يومياً ويمكن القول أن كافة المواد التي يدخل في صناعتها مواد ومشتقات نفطية لها آثار سلبية على البيئة ، حيث تسهم بشكل كبير في زيادة التلوث بالمواد الكيميائية التي تؤدي إلى حدوث خلل بيئي كبير ، ناهيك عن السموم الثانوية الخطيرة التي تنجم عنها .

من هنا فقد تنبه الكثير من الباحثين إلى ضرورة استبدال كافة المواد والمنتجات التي يدخل في صناعتها النفط أو المخلفات النفطية ، وإنتاج مواد جديدة صديقة للبيئة ولا تتسبب في آثار سلبية على صحة الإنسان وحياته واستقراره .

من هنا ظهر ما يعرف بالكيمياء الخضراء والتي ترتكز عليها صناعة حديثة قائمة على تصنيع وإنتاج مواد جديدة خالية من الملوثات البيئية ، والعمل على استبدال المواد المشتقة من البترول بمواد أخرى طبيعية مستقاة من مواد ومنتجات زراعية كالقمح والبطاطا والبيوماس والزيوت النباتية المختلفة يقول في هذا الصدد البروفيسور الأمريكي جون وارنر من جامعة ماساشوستس والمتخصص في مجال الكيمياء الخضراء إننا بحاجة لابتكار نوع جديد من التقنية ، بحيث يمكننا أن نصنع منتجات من مواد طبيعية ، وان تكون هذه المنتجات مشابهة في الخواص للمنتجات الموجود الآن والمصنوعة من مشتقات نفطية.

منتجات وبدائل مختلفة: تعتبر المنظفات والأصباغ ومواد العناية الشخصية والشامبوهات من أكثر المواد التي ركزت عليها الكيمياء الخضراء ، فهذه المواد التي يصنع عدد كبير منها من مشتقات النفط ، أسهمت في زيادة التلوث على سطح الأرض ، مما استدعى إجراء وتطوير تقنيات تعتمد على تصنيع مواد جديدة من مشتقات طبيعية ، ويوضح مدير شركة أورو الأمريكية لصناعة الأصباغ أن شركته تمكنت من إنتاج مجموعة متميزة من الأصباغ من زيوت طبيعية منذ سنوات وتم إلغاء كافة المواد النفطية التي تدخل في صناعة مثل هذه الأصباغ ، ويوضح أن منتجاتهم الجديدة صديقة للبيئة.

أما في مجال المنظفات المنزلية التي بدأت في الظهور وبشكل حاد في أعقاب الحرب العالمية الثانية والتي استخدمت في صناعتها المشتقات النفطية فإنه قد تم تطوير منتجات جديدة من قبل شركة المتخصصة في مجال صناعة المنظفات الخالية من المواد النفطية ، ويوضح مدير قسم الإنتاج والتكنولوجيا في هذه الشركة بقوله إن منتجاتهم قائمة على الدهون الحيوانية والنباتية ، حيث استخدمت كأساس لصناعة الصابون وبقية المنظفات .

إن مثل هذه الأفكار والصناعات الرائدة ، قادت الكثير من الباحثين إلى تطوير الكيمياء الخضراء وابتكار تقنيات جديدة لاستبدال المواد البلاستيكية المعروفة حالياً ، وقد بدأت المحاولات الأولى في أربعينيات القرن الماضي ، لكن نظرا للثورة النفطية التي شهدها النصف الثاني من القرن الماضي ، وزيادة الطلب وبشكل حاد على المواد البلاستيكية واللدائن ، فقد تأخر ظهور ما يعرف باللدائن الطبيعية ، وخصوصاً أن البلاستيك التقليدي الذي يدخل في صناعته مشتقات نفطية يمتلك خواص فيزيائية وكيميائية متميزة ، من أهمها الثبات والديمومة والقوة والمتانة وغيرها الكثير من الخواص التي تجعل عملية استبدال البلاستيك التقليدي بآخر مصنوع من مواد طبيعية أمراً صعباً

لقد أسفرت التجارب التي قام بها جيفري كوكس وزملاؤه من الباحثين المختصين في مجال اللدائن الخضراء بجامعة كورنيل الأمريكية ، عن إنتاج أنواع خاصة من اللدائن الطبيعية مكونة من مزيج من بروتينات فول الصويا والألياف الطبيعية ، كما أجريت تجارب أخرى في جامعة ماساشوستس لإنتاج لدائن طبيعية من نبات القمح وهذه المنتجات الجديدة يتم معالجتها بالأشعة فوق البنفسجية من أجل تقويتها وإكسابها صفة الديمومة التي تتمتع بها المنتجات البلاستيكية التقليدية. هل تكون الكيمياء الخضراء بديلاً عن البترول؟: يشح النفط على نحو متزايد، وبالتالي يجب على أصحاب القرار في مجال الصناعات الكيميائية إعادة النظر فيما يتعلق بالمواد الخام التي يتم استخدامها، ويمكن مثلاً في المستقبل استخدام المواد الحيوية في تصنيع البلاستيك ومواد الدهان. لم تعد سمعة الصناعات الكيميائية عند أصدقاء البيئة في ألمانيا سيئة كما كانت قبل ٢ عاما وعلى سبيل المثال نذكر أن الكتلة البرلمانية لحزب الخضر في البوندستاج الألماني أكدت في عام ٢ ٩ أنه ليس هناك تصور لوجود الإنسانية بعيداً عن الصناعات الكيميائية وأن هذه الصناعات تعتبر المحرك للاقتصاد في ألمانيا .

ما أراد حزب الخضر بهذا الاعتراف التملق ولكنه أراد من أصحاب القرار في الصناعات الكيميائية أن يمضوا قدما في جهود حماية البيئة، وأن يصنعوا على سبيل المثال كميات كبيرة من المواد البلاستيكية التي تتحلل مع مضي الوقت.

الصناعات الكيميائية والبيئة:

من دون التعاون مع قطاع الصناعات الكيميائية لا يستطيع الاتحاد الأوروبي أن يتوصل إلى هدفه بحلول عام ٢ ٥ بأن يخفض من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون إلى نسبة ٨ بالمائة من معدله الحالي هذا ما أدلى به البروفيسور أوفه لال، الذي أمضى مدة ثماني سنوات في عمله في وزارة البيئة كمفوض لسياسة البيئة ومن الداعين للمضي قدماً فيما يسمى بسياسة الكيمياء الخضراء في دراسة له بعنوان البيئة والكيمياء الخضراء أنجزها لمؤسسة هاينريش بول، وضع أوفه لال حجر البناء فيما يتعلق بالصناعات الكيميائية المستدامة وكيف تتم بشكل مختلف عن ذي قبل.

ويطالب أوفه لال بإدخال إلزامية صناعة اللدائن التي تتحلل بشكل طبيعي بعد مرور بعض الوقت على استخدامها ويضيف قائلاً نحن نتساءل ببساطة لماذا يجب أن تبقى العبوات الصناعية قابلة للاستعمال أكثر من ١ سنة لذلك يجب على الساسة أن يحددوا للصناعات مسبقاً عمر العبوات، علاوة على ذلك يجب أن تكون هناك إمكانية تفتيت البلاستيك وإعادة تصنيعه. ويقول مطالباً: يجب أن يكون من الممكن تفتيت المكونات الأساسية للمواد البلاستيكية المستخدمة ومن ثم إعادة تصنيعها مرة أخرى دون فقدان النوعية الجيدة للبلاستيك ويضيف: إذا كلل هذا العمل بالنجاح، سوف تكون هذه المواد البلاستيكية من أكثر المواد مبيعاً في العالم مواد كيميائية من مصادر خام متجددة.

الهدف الأول عند أوفه لال هو تخفيض استهلاك الطاقة والمواد الخام في قطاع الصناعات الكيميائية لذلك ينبغي على الشركات الكيميائية أن تعتمد في إنتاجها على محفزات أكثر فعالية وأكثر كفاءة، وأن يستخدموا الطاقة الشمسية ويُعّولوا على المواد الطبيعية بشكل أكبر، وأن ينتجوا المواد الكيميائية الأساسية المستخدمة في المنتجات الصناعية من جذوع الذرة وبقايا الخشب عدا عن ذلك ينبغي تفعيل استعمال البكتريا والخمائر التي يتم إنتاجها في مصافٍ بيولوجية مناسبة بها.

وأوفه لال يعتقد أنه بحلول عام ٢ ٥ يمكن أن يكون أكثر من ٨ في المائة من جميع المواد الكيميائية مستخرجة من موارد خام متجددة، حيث وصلت إلى الآن نسبة المواد الأولية المستخدمة في الشركات الكيميائية في ألمانيا والمستخلصة من النباتات والأشجار إلى عشرة في المائة،وهي تُعد خصيصاً لاستخدامها بشكل كبير في صناعة المواد اللاصقة والمنظفات.

ويعتبر اتحاد الصناعات الكيميائية رؤية أوفه لال مثالية، وبهذا الخصوص صرح أوتز تيلمان رئيس الاتحاد بأنه بالإمكان إنتاج المواد الكيميائية الأساسية مثل زيت الأثير من السكر أو السليلوز في المختبرات ولكن هذا سوف يكون مكلفا جداً، ويضيف أن المواد الطبيعية لا يمكن أن تبدل الكمية المستخدمة من البترول ويوضح بمثال قائلا: بعض المصانع الكيميائية الحديثة تستخلص من البترول ٨ ألف طن من زيت الأثير ولكن لاستخلاص هذه الكمية من هذا الزيت من قصب السكر البرازيلي نحتاج إلى مساحة ٢٢ كيلومتر مربع لزراعة هذه النبتة وهي مساحة تعادل مساحة لوكسمبورج ولإنتاج مثل هذه الكمية من زيت الأثير من الخشب سوف نحتاج إلى مساحة زراعية أكبر بكثير.

مواد بديلة للكيمياء في حياتنا:

- قشر البيض المكسور هو شكل من أشكال كربونات الكالسيوم ويمكن استخدامه في إجراء بعض التفاعلات الكيميائية .

- ملح الطعام مركب كيميائي يمكن ان نستخدمه في اجراء بعض التفاعلات والظواهر الكيميائية .

- استخدام فرن المطبخ او شمعة للتسخين بدلاً من موقد بنسن.
- يمكن استعمال علب المربى أو العسل الصغيرة بدلاً من أنابيب الاختبار

- يمكن فصل رأس زجاجة سائل غسل الصحون للحصول على قمع .

-القطارات يمكن أن نحصل عليها من زجاجات نقط العين أو الأذن المتوفرة في صيدلية البيت .

- ميزان المطبخ يمكن استخدامة لوزن المواد المستخدمة في إجراء التجارب .

- البيكنج بودر ممكن استخدامه في بعض التفاعلات حيث يحتوي على بيكربونات الصوديوم.

- الليمون والبرتقال مصدران مهممان لحمض الستريك والنسبة أعلى في الليمون .

- البطاريات الجافة ممكن أن نحصل عليها من خلال المسجل أو الراديو لتكون مصدر بسيط للتيار الكهربائي حيث يكون التيار الكهربائي ناتج عن احداث تفاعل اكسدة واختزال ينتج عنه فرق جهد كهربائي.

- بطاريات أكسيد الفضة وتتميز بحجمها الصغير ونجدها في الساعات وبعض أجهزة التصوير وتتكون من قطبين قطب الخارصين السالب وقطب أكسيد الفضة الموجب .

- بطارية السيارة مصدر لحمض الكبريت وأيضاً مصدر للتيار الكهربائي.

- للحصول على النحاس يمكن تعرية السلك الهربائي من غطائه .

- يمكن إستخدام أقلام الرصاص كاقطاب بدلاً من الكربون .

- الخل يمكن أن نستخدمة كحامض في كثير من التفاعلات .

- يمكن أن نجري تفاعل بسيط في البيت بين حمض الستريك الموجود في عصير الليمون والبيكنج بودر حيث نلاحظ تصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون حيث يحدث فوران شديد أثناء تصاعده ويمثل هذا التفاعل تفاعل الاحماض الكربوكسيلية مع القواعد .

-حمض اللا كتيك موجود في اللبن وهو الذي يكسبه طعمه الحامض

- عند قطع التفاحه وتعرضها للهواء الجوي يتغير لونها وهذه صورة من تفاعلات الأكسدة.

- قدر الضغط الذي نستخدمه في طهي الطعام يساعد في ازدياد سرعة التفاعلات الكيميائية داخل القدر حيث يصل الضغط داخل القدر الى معدلات عالية فترتفع درجة الحرارة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

-حفظ الأطعمة داخل الثلاجة يؤدي الى التقليل من معدل سرعة تفاعلات التحلل التي تحدث للأطعمة وتسبب فسادها .

إذاً نستنتج أن هناك كثير من المواد والأدوات والتفاعلات الكيميائية التي يمكن أن نحصل عليها من البيت دون البحث عنها وهناك كثير من الظواهر والمشاهدات الكيميائية تحدث في حياتنا اليومية دون أن نعلم عنها.

المنظفات المنزلية البديلة : لمحاولة تخليص الكيمياء من جانبها القبيح المتمثل فى أضرارها المعلومة على البيئة والصحة لذا كان وسيلة الكيمياء الخضراء لتقليل هذه المشاكل عن طريق إعادة تصميم وتطوير الطرق والتفاعلات والمنتجات الكيميائية بحيث لا يتم فيها استخدام أو إنتاج مواد ضارة وهذا الاتجاه الحديث يتوافق ويتكامل مع الاتجاهات العالمية الأخرى الداعية للعودة للطبيعة مثل موجة الطب البديل المستند على التداوي بالأعشاب وغير ذلك من طرق العلاج الغير كيميائية أو الزراعة البديلة التي لا تستخدم المبيدات أو الأسمدة الكيميائية، وتكملة لهذا الاتجاه المحافظ على الصحة البشرية والبيئية اخذ العديد من ربات البيوت في اتباع سياسة العودة إلى الأصول ليس فقط بالعودة الى الطبيعة ألام ولكن أيضا بالعودة إلى بعض تقاليد وموروث الجدات و الأسلاف في طرقهم الأثرية المستخدمة التنظيف المنازل والملابس بعيد عن تعقيدات المدنية الحديثة بمنتجاتها الصناعية المثيرة للقلق . في الواقع انه اصبح سرا مشاعا ان هنالك بعض المخاطر الصحية والبيئية المحتملة والمصاحبة لاستعمال بعض المنظفات التجارية التي تحتوي بعضها على مركبات سامة بل و أحيانا مسرطنه وفي اقل الأحوال العديد منها تسبب حروق تهييج للجلد والعيون المقلق حقا ان مشاكل التعامل مع هذه المنظفات لا تقف عند استعمالها بل تتعدى ذلك إلى عملية التخزين الآمن لها في المنزل او التخلص الصحيح منها

لذا شجعت حركات المحافظة على البيئة الموجة الجديدة والنامية و التي تدعوا من منطلق صحي وبيئي للاستعاضة عن المنظفات الكيميائية بمنظفات بديلة تصنع منزليا من مواد آمنة ورخيصة ومتوفرة في أي مطبخ منزلي تقليدي البعض منا قد لا يصدق ما يمكن أن تفعله بعض المواد البسيطة الموجودة في المطبخ لأداء اغلب مهام التنظيف والرعاية المنزلية.

تسليك المجاري وتنظيف الحمام: بدل استخدام المواد الكيميائية الأكالة والمهيجة للجلد والعيون يمكنك استخدام مزيج من الخل وملح الطعام والبكنج صودا لتسليك وفتح مجاري الغسالات المسدودة كالتالي: اسكب نصف كاس من محلول البكنج صودا (بيكربونات الصودا) على المغسلة ثم أضف إليها ثلاث ملاعق من الملح و أخيرا أضف نصف كاس من الخل واترك هذا المزيج لمدة ربع ساعة ثم أضف الماء الساخن لفتح وتنظيف المغسلة أما لتنظيف المرحاض من الترسبات الصفراء فيضاف الخل ويترك لعدة دقائق ثم تفرك البقع بفرشه خشنة من جانب آخر لتنظيف بلاط الحمام حضر مزيج من صودا الغسيل مع الصابون وكمية من الخل والماء الساخن لاستخدامه في تنظيف بلاط وأرضية الحمام وحوض الاستحمام البانيو.

مهام المطبخ الدسمة : لتنظيف فرن المطبخ من الدهون والشحوم بعد الطبخ ينصح بنثر مسحوق البكنج صودا حول المناطق الدهنية من الفرن بينما هي ما زالت دافئة ونتركها لمدة ساعة ثم تمسح بقطعة قماش خشنة أما لإزالة الدهون من الصحون فيستخدم لذلك قطعة قماش مشبعة بالملح أو البكنج صودا و لتنظيف غلاية الماء من الترسبات فيخمر الوعاء بملئه بالخل الأبيض لفترة طويلة ثم ينقع بكمية من الماء لنفس الفترة على مرحلتين.

وللملابس نصيب بدلا من استخدام مادة الكلوريكس لتبييض الملابس لما لا تفكر باستخدام مزيج من عصير الليمون والبوراكس والخل للحصول على تبييض مقبول أو عوضا عن ذلك يمكن استخدام محلول مخفف ٣% من فوق أكسيد الهيدروجين الشائع الاستخدام كغسول للفم وللحصول على منعم للأقمشة غير ضار بالصحة أو البيئية فجرب إضافة كأس من الخل أو ربع كأس من محلول البكنج صودا إلى مرحلة الشطف الأخيرة في عملية الغسيل من جانب آخر لإزالة البقع الصعبة من الملابس جرب استخدام خليط من المنظفات السائلة مع الجليسرين مع ثلاث أضعاف الكمية من الماء، أما البقع الأكثر صعوبة فيمكن استخدام خليط متكافئ من الخل والماء وفي حالة الحاجة لإجراء غسيل على الناشف فيمكن استخدام عصير الليمون أو الخل و لإزالة الزيوت أو القطران مثلا فلما لا تجرب استخدام المايونيز أو الزبده وأخيرا إذا حان وقت كوي الملابس فالرذاذ المستخدم لتسهيل وتحسين الكوي يمكن تحضيره من إذابة ملعقة من نشأ الذرة في كأس من الماء ووضعة في زجاجة الرش التقليدية.

تنظيف السجاد والأثاث : لإزالة البقع عن السجاد ينصح باستخدام عصير الليمون أو مزيج من الخل والماء أو خليط من المنظفات السائلة مع الجليسرين مع كمية زائدة من الماء وفيما يتعلق بالروائح الكريهة المنبعثة من البقع الموجودة على السجاد فيمكن التخلص منها باستخدام مزيج من البكنج صودا مع ملعقة من الزيوت الأساسية ووضع المزيج على البقع مع الفرك والدعك وتركها لمدة ساعة ثم تزال البقايا بالمكنسة الكهربائية ومن جانب آخر لتلميع قطع الأثاث الخشبية ينصح باستخدام مزيج من زيت الزيتون مع ربع الكمية من الخل واستخدام قطعة قماش نظيفة وناعمة للتلميع أو بدلا عن ذلك يمكن استخدام شمع النحل مع نصف الكمية من عصير الليمون نفس هذه الوصفات المنزلية يمكن استخدامها لتنظيف الأثاث المنزلي المحتوي على الجلد مثل بعض الكنبات والصوفا .

تلميع الزجاج والبلاط :يمكن استخدام الخل المخفف بالماء و المضاف إلى زجاجة الرش لتنظيف الزجاج باستخدام منشفة أو قطعة قماش نظيفة و لنفس المهمة يمكن استخدام محلول البوراكس أو البكنج صودا. أما لتنظيف الأرضيات و البلاط و السيراميك فيمكن إضافة ملعقتين من المنظف السائل إلى جالون من الماء الساخن أو إضافة ربع كأس من الخل إلى جالون من الماء الساخن وينظف ويمسح البلاط والأرضيات بممسحة من القماش.
إزالة الصدأ وتلميع الأواني والفضيات: يمكن معالجة الصدأ باستخدام قطعة من القماش مبللة بعصير الليمون أو الخل ثم نغسل بالماء وكذلك يمكن إزالة الصدأ بقطعة من السلك الصوفي المغموسة في البارفين. للعناية بالأواني والأدوات المصنعة من البرونز والنحاس يستخدم خليط من الخل والدقيق والملح لتكون معجون يفرد على المعدن ويترك لعدة ساعات ثم يغسل المعدن ويجفف بقطعة قماش لينة ويمسح أخيرا بزيت الزيتون أما قطع الفضيات فتعالج بإذابة كمية من الملح والبكنج صودا في ماء دافئ تغمس فيه الأواني الفضية مع رقاقة من الألومنيوم و تنقع لعدة ساعات ثم تغسل الأواني وتجفف.

وبدلاً من استخدام المبيدات الحشرية الخطرة على الصحة خصوصا في المنازل عديمة التهوية ،فمثلا للتخلص من النمل لم لا تجرب استخدام مسحوق الفلفل الحار أو مسحوق النعناع أو البوراكس أو الطباشير أو قشر الليمون أو الثوم بوضع هذه الأشياء عند مدخل جحور النمل أو في أماكن تجمعها و فيما يتعلق بالذباب فالوقاية خير من العلاج فالتخلص من النفايات وإحكام ربط أكياس القمامة قد يقلص من المشاكل المتعلقة بهذه الحشرة ومع ذلك يفضل كذلك استخدام أحواض زراعية صغيرة لنبات الريحان الذي يطرد الذباب وكذلك هو فعال في طرد وتنفير البعوض

أما أكثر الحشرات المنزلية إزعاجا وقذارة وهي الصراصير فيمكن خداعها عن طريق الإيقاع بها في فخ محكم وقاتل كالتالي: في وعاء صغير أخلط كمية من مسحوق السكر مع البكنج صودا أو حمض اليوريك وأترك هذا الطعم للحشرة لتتناول هذه الخلطة السرية وأنتظر النتيجة

الباب السادس
قواعد الأمن والسلامة فى التعامل مع الكيمياء

قواعد عامة للتعامل مع الكيماويات:

ومن أهمها :

- غسل اليدين جيداً بعد الانتهاء من العمل في العينات
- عدم وضع اليد في الفي أو مسح العينين أثناء التعامل مع العينات وفحصها ، فبعضها سام
- تصنيف العينات وترتيبها في خزائن ذات واجهة بللورية ، لتسهيل الرجوع إليها عند الحاجة
- وضع بطاقة صغيرة تحمل الاسم العلمي لها على كل عينة ، ويلحق بها بطاقة تحمل كافة المعلومات العلمية عن هذه العينة

- حفظ العينات بحجم معقول بحيث لا يشغل حيزاً كبيراً من خزانة الحفظ ويفضل أن تكون أبعاد العينة المحفوظة (١ × ١ × ١) سم تقريباً
- حفظ العينات النادرة في مكان بعيد عن متناول أيدي الطلبة

قواعد السلامة العامة في تخزين المواد الكيميائية:

استخدام خزائن خاصة أو غرف التخزين الملحقة بالمعمل عند تخزين المواد الكيميائية ، شريطة أن تكون مزودة بنظام تهوية جيد للتخلص من الروائح والغازات المنبعثة من عبوات المواد الكيميائية ونستخدم عند تخزين المواد الكيميائية خزائن ذات رفوف مغطاة بطبقة من الفورمايكا المقاومة للمواد الكيميائية ، ومزودة بأقفال كما يجب وضع ملصقات مناسبة على عبوات المواد الكيميائية ، بحيث تحوي على إشارات تحذيرية لكل مادة ،واسمها ، والرمز الكيميائي الخاص بها ، ودرجة تركيزها ، وتاريخ كل من إنتاجها وانتهائها وفي حال عدم توفر خزائن خاصة بالمواد الكيميائية ، فيستعاض عنها برفوف بعيدة عن متناول أيدي الطلبة ، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة

على ألا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المتعامل معها ولانحاول تخزين كميات كبيرة من المواد الكيميائية ، لأن التخزين لفترة طويلة يقلل من فاعلية المادة. ويجب ضع عبوات التخزين الكبيرة في الرفوف السفلى ، وعبوات الاستخدام المتكرر في الرفوف العليا كما يجب أن نضع في الرف الواحد العبوات قليلة الاستخدام في الخلف، والعبوات كثيرة الاستخدام في الأمام ولا نحاول ولأي سبب الاستعانة بالطلبة في إحضار عبوات المواد الكيميائية أو نقلها من مكان لآخر ،ولا يسمح لهم بدخول غرفة التخزين ، مهما كانت الأسباب

احتياطات السلامة في تخزين المواد الكيميائية :

المواد المشتعلة : وتقسم إلى مواد شديدة الاشتعال وهى المادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من الصفر ودرجة غليانها أقل من٣٥ والمواد سريعة الاشتعال كالمادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من٢١ ،وتشتعل تلقائياً في الهواء ضمن درجة الحرارة المحيطة بها
- تشتعل المواد الصلبة منها ، عند تعرضها للهب لفترة من الوقت ، وفي حال ملامستها للماء أو الهواء الرطب تطلق غازات سريعة الاشتعال

لذا يجب أن تخزن في منطقة مفتوحة ، بها تهوية جيدة ، بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة ، أو أي مصدر آخر للحرارة كما يجب أن توضع إشارات تحذيرية على العبوات الخاصة بها كما يجب أن لا تخزن السوائل القابلة للاشتعال ولو بشكل مؤقت داخل قاعة المعمل أو بالقرب من المخارج ويجب الحرص على التهوية الجيدة عند التعامل معها ، ولا تستخدمها في الأماكن المحصورة ويجب الحرص على أن تعالج الأبخرة الصادرة عن السوائل المشتعلة والقابلة للاشتعال والحرص على استخدام الكمية المطلوبة من السائل ، ونحتفظ بالباقي في المكان المخصص لها

نقل المواد الكيميائية: عند نقل المواد الكيميائية بين المخازن المختلفة أو خارج المعمل يجب أن يتم نقلها فى أوعية ثنائية مقاومة للكسر والأوعية الثنائية قد تكون مصنوعة من المعدن أو المطاط أو البلاستيك وبها يد لحملها وتكون كبيرة لدرجة أن تتحمل محتويات الوعاء الرئيسى فى حالة حدوث كسر فيه أما عند نقل الغازات المضغوطة فيجب استعمال الحوامل المناسبة لها وحماية صماماتها بواسطة غطاء أما فى حالة نقلها بين الأدوار المختلفة فيجب أن لا يكون هناك أفراد فى المصعد عندئذ ولقد صار المعمل الكيميائى مركز الحصول على المعرفة وتطوير مواد جديدة تستخدم فى المستقبل وكذلك لملاحظة والتحكم فى هذه المواد ولتى تستخدم فى آلاف من العمليات التجارية وكثيراً من هذه المركبات مفيدة ولكن كثيراً منها أيضاً قد يسبب ضرراً لصحة الإنسان وكذلك للبيئة ومن هنا ظهرت الحاجة إلى كيفية التعامل الآمن معها وحتى وقت قريب لم يؤخذ فى الاعتبار المخاطر التى يتعرض لها العاملون فى هذه المعامل ولم توضع معايير للأمان للعمل بها ومن الطريف أن نذكر أن العالم أوجست كيكولى ذكر عام ١٨٩ أن أستاذه ليبج قال له لو أردت أن تكون كيميائياً فيجب أن تخرب صحتك وأن الذى لا يضحى بصحته لن يذهب بعيداً فى الكيمياء ولكن الآن فإن الضغط الاجتماعى أرغم المؤسسات التى بها معامل أن تكون مسئولة عن توفير الأمان والبيئة الآمنة للذين يعملون بها وأن تؤخذ الحيطة عند نقل المواد الكيميائية وكذلك التخلص من النفايات الكيميائية

تعليمات عامة للعمل مع المواد الكيميائية الخطرة:

١- السلوك الشخصى حيث يجب على العاملين بالمعامل مراعاة المعايير الآتية فى سلوكهم:

تجنب الكلام المضحك أو النكات فى المعمل

استخدام أجهزة المعمل فى الغرض المخصص لها فقط

لا يسمح بدخول الأطفال فى المعامل حيث تحفظ مواد خطرة أو يجرى بها أنشطة خطرة

فى حالة السماح للأطفال بدخول المعامل بغرض التعلم يجب أن يكونوا تحت رقابة مباشرة من الكبار

يجب أن يكون هناك إعلانات فى المعامل توضح وسائل الأمان اللازمة للعمل بالمعمل وخصوصاً نظارات الوقاية للعيون

٢- تجنب إصابة العين: يجب ارتداء نظارات الوقاية للعين والتى بها حواجز لمنع تعرض العين للمواد الكيميائية أو التعرض للزجاج المتناثر فى حالة كسر أى أدوات زجاجية أما فى حالة إجراء عمليات كيميائية خطرة فيجب لبس واقى للرأس والرقبة (قناع مصنوع من البلاستيك) وبالنسبة للأشخاص الذين يستعملون عدسات لاصقة فيجب عدم استعمالها فى المعامل وخصوصاً عند التعامل مع الأبخرة والغازات لأن هذه العدسات قد تزيد من الضرر وتمنع من المعالجة بواسطة الإسعافات الأولية فى حالة العمل مع الليزر والأشعة فوق البنفسجية وكذلك مع اللهب لتشكيل الزجاج فيجب استعمال نظارات من مادة خاصة

تجنب دخول المواد الكيميائية الخطرة إلى الدم أو الجهاز الهضمى

عدم تناول الطعام، الشرب، التدخين، العلكة، استخدام مستحضرات التجميل وتناول الأدوية فى المعامل حيث توجد المواد الكيميائية الخطرة فيجب أن تمنع تماماً

يجب عدم استخدام الزجاجيات المستخدمة فى العمليات الكيميائية لتحضير أى نوع من الأطعمة كما أن الثلاجات ومكعبات الثلج والأفران وغيرها من الأدوات بالمعمل يمنع استخدامها تماما لحفظ الأطعمة والمشروبات ويجب عدم استخدام مصادر المياة أو المياة المنقاة من الأيونات لغرض الشرب

لا نتذوق طعم المواد الكيميائية ويجب استخدام الماصة عند تداول المحاليل ويجب عدم استخدام الماصة بالفم فهناك المضخات اليدوية التى تستعمل معها

تجنب استنشاق المواد الخطرة

المواد الكيميائية السامة غير المعروف درجة سميتها يجب عدم شمها على الإطلاق والمواد الكيميائية المتطايرة والسامة أو المواد الصلبة والسائلة السامة يجب التعامل معها فى خزانة التجارب ويجب عدم استخدام خزانة التجارب فى التخلص من النفايات السامة المتطايرة وذلك بتبخيرها ولكن يجب التعامل مع هذه المواد كنفايات كيميائية ويتخلص منها فى حاويات خاصة وفقاً لتعليمات المؤسسة وفى حالة استخدام خزانة التجارب يراعى الآتى:

فى حالة العمل مع المواد الخطرة استخدم فقط خزانات التجارب المعدة لإجراء تجارب معينة كما يجب التفتيش على صلاحيتها من وقت لآخر

ضع المواد المتفاعلة الخطرة على مسافة ١٥ سم على الأقل من جدار الخزانة الخارجى

لا تدخل رأسك أبداً داخل الخزانة أثناء إجراء التجربة

بالنسبة للخزانات التى لها باب عمودى يجب استعمال الخزانة بفتح الباب بأقل ارتفاع ممكن

حافظ على نظافة الخزانة ونظافة زجاجها ولا تزحمها بالزجاجيات

إن طول شعر العاملين بالمعامل وكذلك ثيابهم الفضفاضة أو استعمالهم للحلى يجب أن يكون محدوداً عند العمل فى المعامل فإن الشعر الطويل والملابس الفضفاضة أو الملابس الممزقة أو الحلى قد تغمس فى محاليل المواد الكيميائية أو قد تعلق بالأجهزة أو الماكينات الدوارة الشعر والملابس قد تمسك بهم النيران كذلك لبس الصنادل أو الأحذية المفتوحة يجب عدم لبسهم فى المعامل التى يستخدم فيها مواد كيميائية خطرة نظراً لاحتمال سقوط هذه المواد على الجلد مباشرة

الملابس الواقية فى المعمل يجب ألا تسمح باختراقها المواد الكيميائية الخطرة تعطى حماية للعاملين

تخزين المواد الكيميائية: يجب استعمال المواد الكيميائية فى المعامل بالكميات المطلوبة للعمل فقط أما باقى الكميات فيجب تخزينها ويجب أن يكون هناك بطاقة بها كل المعلومات عن المواد الكيميائية فأى خطورة خاصة بالمادة الكيميائية يجب أن تكون مدونة على البطاقة الملصقة بالوعاء الحاوى لها فى بعض الحالات المعينة ولمجموعة معينة من المواد الكيميائية فعلى سبيل المثال الإيثيرات والمواد المكونة لفوق الأكاسيد يجب كتابة تاريخ فتح الأوعية المحتوية على هذه المواد على البطاقة

يجب عدم الاحتفاظ بأكثر من واحد لتر من السوائل القابلة للاشتعال على رفوف المعامل فالكميات الأكبر من ذلك يجب تخزينها فى أوعية من المعدن أو أوعية غير قابلة للكسر أما الكميات الأكثر من واحد لتر فى المعمل فيجب أن تكون على مستوى أقل ارتفاعاً من العين ووضعها على الرفوف السفلى فى المعمل ويجب عدم تخزين المواد الكيميائية ولا نفاياتها على الأرض فى المعمل

والثلاجات المستخدمة لحفظ المواد الكيميائية القابلة للاشتعال يجب أن تكون مقاومة للانفجارات والمواد الموضوعة فى الثلاجات يجب أن تكون عليها بطاقات مقاومة للماء مدون عليها كل المعلومات عن المواد الموجودة بها استخدام أوعية ثانوية لتقليل تناثر المواد عند حدوث تسريب أو كسر للوعاء الأساسى يكون مفيد جداً فيجب أن يراعى عند تخزين المواد الكيميائية أن تعزل المواد القابلة للتفاعل مع بعضها البعض عند حدوث حادثة وبالتالى نتجنب تفاعلاتها التى قد تحدث بطريقة عنيفة مؤدية إلى حدوث انفجارات

<u>تخزين المواد شديدة السمية</u> :وهي المواد التي تترك آثاراً حادة أو مزمنة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها فيجب عدم تخزينها أو حفظها بالقرب من المواد المشتعلة وبعض المواد تتحول إلى مواد سامة عند اتصالهابالأحماض أو الحرارة أو الرطوبة ، لذا يجب معرفتها وعزلها ومعرفة أعراض التسمم بها وتزويد الشخص الذي يتعامل معها بوسائل الوقاية المناسبة كما يجب معرفة خصائص كل مادة يتم التعامل معها ، ومدة التعرض المسموح بها ، وتركيزها ، وأثرها على الجسم ، وطريقة دخول المادة السامة حيث أنها قد تدخل عن طريق الفم أو العين أو مسام الجلد ...الخ ومن الأمثلة عليها بخار الزئبق

تخزين المواد المتفجرة : وهي المواد التي تنفجر عندما تلامس اللهب ، وبعض هذه المواد تنفجر إذا تعرضت للاحتكاك أو السقوط وهذه المواد شديدة الحساسية للاهتزاز والصدمات والحرارة ، ومن ضمنها : فوق الأكاسيد والنترات ، حيث أنها تطلق طاقة مفاجئة بشكل هائل ، لهذا يجب حفظها في أماكن مغلقة مزودة بجميع الاحتياطات وأجهزة الأمن والسلامة ويجب عند تخزينها ، اتباع التعليمات والتحذيرات المسجلة على العبوات ، وأن تكون الكمية المخزنة منها أقل ما يمكن ، ومنفصلة عن غيرها من المواد

تخزين المواد المؤكسدة:

وهي المواد التي تنتج طاقة حرارية عند تفاعلها مع مواد أخرى أو عند ملامستها مادة قابلة للاشتعال أو سريعة الاشتعال لذا يجب عدم تخزينها مع المواد القابلة للاشتعال ،وأن يكون مكانها مقاوم للاحتراق والحرارة وذات تهوية ويفضل أن تحفظ في زجاجات قاتمة اللون ،حيث يزداد نشاط تفاعلها بتوافر الأكسجين والحرارة والضوء ومن الأمثلة عليها : الأكاسيد ،فوق الأكاسيد والبيرمنجنات الخ

تخزين المواد القارضة: وهي المواد التي تسبب أذى عند ملامستها للأنسجة الحّية لذا تحفظ في مكان بارد تحت درجة حراره أعلى من درجة تجمدها بقليل ، بحيث يكون المكان جافاً وذو تهوية جيدة ، ومزودة بأجهزة الوقاية الضرورية لأن الكثير من الأحماض والقواعد تعمل على تآكل الأوعية ، وتتفاعل مع كثير من المعادن محررة غاز الهيدروجين الذي يكون مع الهواء مخلوطاً متفجراً ويفضل عدم حفظ المواد القارضة من الأحماض بالقرب من القواعد ، لتفاعل أبخرتها مع بعضها البعض تاركة ملح مترسب حول وعاء حفظها وفي أماكن وجودها

تخزين المواد الضارة : وهي المواد التي تسبب آثاراً بسيطة أو محددة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها

تخزين المواد المهيجة : وهي المواد التي تسبب حساسية لبعض أجهزة التنفس والعيون أو سطح الجلد ، نتيجة استخدامها الطويل أو المتكرر

التخلص من المواد الكيميائية: فى الواقع فإن كل التجارب التى تجرى فى معمل ما تؤدى إلى وجود نفايات مثل محاليل المواد الكيميائية ومواد كيميائية خطرة وأوراق ترشيح وغيرها والمبدأ الأساسى فى التعامل مع النفايات أنه يجب ألا يمارس أى نشاط فى المعامل ما لم تكن هناك خطة للتخلص من النفايات الخطرة وغير الخطرة وتطبيق هذا المبدأ سيؤكد على سلامة الإجراءات اللازمة للتعامل مع النفايات ويجنب وجود صعوبات غير متوقعة مثل احتمال تكوين صورة من النفايات (مواد كيميائية – مواد إشعاعية – مواد بيولوجية) لا تكون المؤسسة التى بها المعامل غير جاهزة للتعامل معها ولكل نوع من النفايات طرق خاصة للتعامل معها وللاختيار بين الطرق المتاحة يجب تطبيق عدة مبادئ ولكن الاعتبارات المحلية قد تؤثر بشكل قوى على هذه القواعد فمثلاً:

- النفايات الخطرة أو القابلة للاشتعال كالمذيبات يجب جمعها فى أوعية والانتظار لحين نقلها وفقاً لإمكانيات المؤسسة بواسطة وكالة متخصصة فى هذا العمل

- فى بعض الأحيان تخلط النفايات الخاصة بالمذيبات المختلفة المراد التخلص منها عندما يكون الاختلاط ممكناً فى بعض الأحيان فالنفايات المهجنة وغير المهجنة يجب أن تفصل عن بعضها البعض عند التداول

- الوعاء المستخدم لجمع النفايات السائلة يجب أن يكون مناسباً للاستعمال فكثيراً ما تستخدم أوعية زجاجية لهذا الغرض ولكن يجب الحرص على أن تكون هذه الأوعية رقبتها غير ضيقة وتكون مؤمنة ضد الكسر حتى لا تمثل صعوبة عند تفريغها ويستحسن استعمال أوعية مصنوعة من البلاستيك مثلاً من بولى ايثيلين أو من المعدن المجلفن أو من الحديد الصلب لجمع النفايات السائلة وهى أكثر أماناً خصوصاً فى حالة السوائل القابلة للاشتعال

- يجب وضع بطاقات بيانات على كل الأوعية تشتمل على بيانات محتويات الوعاء ويجب أن تؤمن تغطيتها فى حالة عدم استخدامها

- النفايات السائلة يجب جمعها بطريقة منفصلة عن نفايات المذيبات العضوية ويجب عدم إلقاء المحاليل المحتوية على نفايات قابلة للاشتعال أو بها مواد خطرة فى حوض الصرف الصحى ويجب عدم استخدام الزجاج فى حفظ النفايات المائية لخطورة تجمدها

- النفايات الصلبة مثل نواتج التفاعلات الجانبية أو المرشحات الموجود بها بعض المواد الكيميائية أو المواد المستخدمة فى الأوساط الكروماتوجرافية يجب وضعها جميعاً فى أوعية لحين نقلها للتخلص منها ويجب بذل كل جهد لاستعمال أو إعادة تدوير المواد غير المرغوب فيها وإعادة استعمالها بدلاً من التخلص منها

- المواد غير الخطرة الصلبة يمكن التخلص منها وذلك بإلقائها فى سلة مهملات المعامل أو إعادة تدويرها وهذا يلعب دوراً فى سياسة المؤسسة التعليمية

التخلص من فوق الأكاسيد: فوق الأكاسيد النقية يجب عدم التخلص منها مباشرة ولكن يجب تخفيفها قبل التخلص منها والكميات الصغيرة منها (٢٥ جم أو أقل) يتم التخلص منها بواسطة التخفيف بالماء للحصول على محلول تركيزه حوالى ٢% ثم تنقل إلى زجاجة من البولى إيثيلين تحتوى على عامل مختزل مثل كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية ويمكن التعامل مع المحلول الناتج كنفايات

فى حالة تسرب محلول فوق الأكسيد فيجب امتصاصه بسرعة بواسطة vermiculite ثم يعالج المخلوط بواسطة مذيب مناسب والعجينة الناتجة يتم التخلص منها

لا نلقى المركبات العضوية لفوق الأكسيد فى أحواض الصرف

تتكون مركبات فوق الأكسيد عند تخزين بعض المواد معرضة للهواء فمثلاً بعض فوق الأكسيد الموجود بكيمات صغيرة جداً فى مذيب مثل الديوكسان يكون خطير جداً وقد يغير من مسار التفاعل عند استخدام هذا المذيب

يجب حفظ مركبات فوق الأكسيد فى جو خامل فى وجود النيتروجين أو الأرجون فهذه هى الوسيلة الآمنة لحفظ مركبات فوق الأكسيد لمدة طويلة وأحياناً يضاف إلى محاليلها بعض المركبات المثبطة مثل مركبات صائدة الجذور الحرة

التعامل مع المواد الخطرة:

التعامل مع تحرر (انطلاق) المواد الكيميائية الخطرة:

يجب دائماً تصميم التجارب بحيث تقلل من إمكانية انطلاق مواد خطرة فى المعامل إلى الحد الأدنى ويجب استخدام الكميات الدنيا من المواد الخطرة فى التجارب ويراعى عند نقلها وتداولها الطرق السليمة الآمنة من ناحية حملها فى قنينات مقاومة للكسر أو تحتوى على وعاء ثانوى ويجب أن يكون العاملين على دراية بخصائص هذه المركبات من ناحية الخواص الطبيعية والكيميائية وكذلك سميتها وذلك قبل التعامل معها ومن أهم الاحتياجات اللازمة عند انطلاق المواد الكيميائية الخطرة وجود معدات الأمان، الملابس الواقية، والمعدات التى تتحكم فى التسرب وفى حالة حدوث تسريب فى المعمل يجب إتباع التعليمات الآتية بالتسلسل الوارد:

يجب إعلام العاملين فى المعامل الأخرى بوجود حادثة تسريب وإن أمكن فيجب إخلاء المعهد من العاملين

محاولة مساعدة المصابين وفى حالة الضرورة سرعة الاتصال بالإسعاف

ينظف المكان الذى حدث به تسرب وذلك باستخدام الطرق المناسبة كما يجب التخلص من المواد التى تلوث بالطرق المعروفة

وإذا حدثت إصابة أو تلوث لأحد العاملين بمادة كيميائية خطرة فيكون هناك أولوية فى التعامل معه ويجب أن يلقى المصاب عناية طبية بأسرع ما يمكن

وعند حدوث تسرب أصاب منطقة صغيرة من الجلد فيجب اتباع الخطوات الآتية:

عند عدم ملاحظة حرق واضح اغسل هذه المنطقة بالماء الدافئ والصابون مع خلع أى مجوهرات أو حلى للزينة لكى يسهل تنظيف الجلد من المواد الخطرة

ننظر إلى لائحة أمان المواد لكى تتعرف على إمكانية حدوث تأثير من هذه المادة فى وقت لاحق

نبحث عن رعاية طبية حتى إن كانت الحروق الكيميائية صغيرة

لا نستخدم أى كريمات أو دهانات

وإذا حدث تسريب على الملابس فيجب:

عدم تنفيض الملابس

اخلع كل الملابس الملوثة وكذلك الأحذية والمجوهرات وذلك قبل استعمال حمام (دش) الأمان

الثوانى مهمة فى مواجهة هذا الموقف ولذلك بادر بعمل اللازم

احذر من انتشار المواد المتسربة على الجلد وخصوصاً فى العيون

كن حذرا عند خلع البلوفر أو الفانلات لكى لا تصيب العيون ومن الأحسن تمزيق الملابس وليس خلعها من خلال الرأس مباشرة أغمر الجسم المتأثر بالماء الدافئ لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

يجب الحصول على رعاية طبية على وجه السرعة

تخلص من الملابس الملوثة أو أرسلهم إلى المغسلة ويتم غسلهم بشكل منفصل عن الملابس الأخرى

فى حالة حدوث إصابة للعيون فيجب إتباع الآتى:

اغسل عينيك بالماء مباشرة من مياه جارية لمدة ١٥ دقيقة على الأقل

ابعد الجفون عن جسم العين للشخص المصاب واطلب من المصاب أن يحرك عينه إلى أعلى واسفل وكذلك إلى الجنب حتى يمكن غسل العين خلف الجفون

استخدم غسول للعيون وفى حالة عدم وجوده ضع الشخص المصاب راقداً على ظهره وقم بصب الماء بلطف فى عينيه لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة

اتبع الإسعافات الأولية على يد شخص متخصص متدرب على التعامل مع الإصابات الكيميائية

أدوات التحكم في التسرب: كل معمل يحتوى على مركبات خطرة يجب أن يكون فيه مجموعات للتحكم فى التسرب والجاهزة للتعامل مع المخاطر الناجمة عن استعمال المواد فى المعامل وهذه المجموعات تعمل على جعل المخاطر الناجمة عن التسرب يكون لها تأثيراً محدوداً ويجب وضع مجموعات التحكم فى التسرب بالقرب من مخارج المعمل لكى يسهل التعامل بها وتحتوى مجموعات التحكم فى التسرب على الآتي:

وسائد تحكم فى التسرب وهذه الوسائد متاحة فى المتاجر وتستخدم لامتصاص المذيبات، الأحماض، القلويات الكاوية ولكن لا تستخدم مع حمض الهيدروفلوريك

بعض المواد الماصة الخاملة كالرمل أو المواد الصلصالية للعلم الورق ليس مادة ماصة خاملة ولا تستخدم لتنظيف المواد المؤكسدة مثل حمض النيتريك

مواد معادلة للأحماض المتسربة مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم

مواد معادلة للقويات المتسربة مثل كبريتات الصوديوم وحمض الستريك

أكياس بلاستيك كبيرة ومكانس بيد طويلة وكذلك جامع التراب

معدات واقية للأشخاص مناسبة ووسائل إنذار ووسائل حماية ضد السقوط أو الانزلاق على الأرضيات المبللة

تنظيف المعمل من الانسكابات: تعتمد طرق التخلص من الانسكابات عن طريق التنظيف على موقع الحادث وكذلك الكمية وخواص المواد المنسكبة وكذا درجة سميتها ونوع السمية وكذلك على مدى التدريب الذى حصل عليه العاملون فى هذا الموضوع

بعض التعليمات العامة مع بعض الانسكابات الشائعة:بالنسبة للمواد غير القابلة للاشتعال وليست قابلة للتطاير ولها سمية ضئيلة تشمل هذا النوع من المواد الخطرة الأحماض غير العضوية (حمض الكبريتيك والنيتريك إلخ) والقواعد الكاوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم) فى هذه الحالة للتخلص منها يجب أن يكون لدينا قفازات ومناظير وفى حالة الضرورة أغطية للأحذية ويوصى باستعمال مواد ماصة محايدة لامتصاص المواد المنسكبة ومن الممكن معادلة المواد المنسكبة بمواد مثل كبريتات الصوديوم الهيدروجينية فى حالة القواعد وكذلك كربونات الصوديوم فى حالة انسكاب الأحماض.

بالنسبة للمذيبات القابلة للاشتعال يجب اتخاذ إجراء سريع فى هذه الحالة الخطرة عند انسكاب مذيب قابل للاشتعال وله سمية منخفضة نسبياً ومن هذه المذيبات: إثير ، بنتان ، ثنائى إيثيل إيثر ، داى ميثوكسى إيثان ، وتتراهيدروفيوران فى هذه الحالة يجب إخماد أى لهب فى المعمل وكذلك فصل الأجهزة التى ينتج عنها شرارة كهربائية كما يلزم فصل مصدر الطاقة الكهربية عن المعمل ويجب امتصاص المذيب المنسكب بواسطة وسادة امتصاص الانسكابات على وجه السرعة يتم وضع المواد الممتصة نتيجة الانسكابات فى حاويات خاصة تمهيداً للتخلص منها بطريقة مناسبة.بالنسبة للمواد المنسكبة ولها سمية كبيرة يجب عدم التعرف فى هذه الحالة بشكل منفرد فيجب أن يتم التخلص من الانسكابات فى وجود عدة أشخاص كما يجب أن يكون فى الصورة أيضاً مكتب المسئول الصناعى الصحى وذلك للحصول على المساعدة اللازمة لتقدير المخاطر فى هذه الحالة

<u>التعامل مع اسطوانات الغاز التى بها تسريب:</u> فى بعض حالات التسريب من اسطوانات الغاز قد يشكل هذا خطورة كبيرة تستلزم مساعدة مباشرة من خارج المؤسسة فيجب العمل على غلق صمام هذه الاسطوانات دون توتر أو قلق ويجب ارتداء بعض المعدات الواقية.

يجب نقل الاسطوانة فى هذه الحالة إلى مكان معزول بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال فى حالة الغاز القابل للاشتعال أو بمثل مادة مؤكسدة وعند نقل الاسطوانة المحتوية على غازات قابلة للاشتعال أو بها مواد مؤكسدة نحرص على عدم تعرض الاسطوانة لأى شكل إشعال من الممكن أيضاً وضع الاسطوانة التى بها تسريب فى خزانة التجارب بالمعمل حتى يستهلك كل محتوى الاسطوانة.

الغازات التى تعمل على التآكل:الغازات التى تعمل على التآكل قد تزيد حجم التسريب المنطلق وبعض هذه الغازات تكون عوامل مساعدة أو قابلة للاشتعال وقد يكون لها سمية وفى هذه الحالة تنقل الاسطوانة التى بها تسرب إلى مكان معزول به تهوية جيدة ثم يوجه الغاز المتسرب إلى مادة كيميائية معادلة مناسبة فى حالة ما إذا كان هناك تفاعل بين الغاز والمادة المعادلة قد يؤدى إلى شفط إلى الاسطوانة Suck back من خلال الصمام فيجب فى هذه الحالة وضع مصيدة Trap فى الخط قبل بداية التعادل

الغازات السامة:نفس الاحتياطات يجب اتخاذها فى هذه الحالة كما فى حالة الغازات المسببة للتآكل ولكن لحماية الأفراد فى المعمل يجب عمل تحذيرات خاصة لخطورة التعرض لها

يجب أن يكون على الاسطوانة بطاقة تصف الأخطار وعليها التحذيرات والتعليمات التى يجب إتباعها فى حالة حدوث تسريب

أغلب التسريبات الناتجة عن الزئبق ليس لها خطورة كبيرة وعند حدوث التسريب تعزل المنطقة ونبدأ عملية التخلص منه ويجب على العاملين للتخلص منه ارتداء قفازات وتبدأ العملية بالتقاط قطرات الزئبق الصغيرة أما الكبيرة فتجمع بواسطة شريحة من الورق على شكل بقعة من الزئبق ثم تزاح بواسطة الشفط أو أى وسيلة أخرى مناسبة لا تستخدم المكنسة الكهربائية لهذا الغرض لو لزم المر استخدم مكنسة كهربائية منزلية فيجب وضع مرشح كمصيدة عند جمع القطرات الصغيرة من الزئبق يمكن استخدام منشفة مبلولة والتى تعمل على تجميع هذه القطرات الصغيرة إلى قطرات أكبر

وعلى العموم يجب حفظ الزئبق فى زجاجات مصنوعة من البولى إيثيلين ذات كثافة عالية وتكون الجدران سميكة.

العمل مع المواد النشطة جداً أو المتفجرات:

ينجم الانفجار من التفاعلات السريعة جداً والتى ترافق بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة وهذه التفاعلات قد تكون تلقائية أو يمكن حفزها وينتج عنها زيادة فى الضغط، غازات، دخان وكل هذه النواتج تمثل خطورة فالضوء والصدمات الميكانيكية والحرارة وبعض العوامل المساعدة يمكن أن تعمل على تنشيط التفاعلات فالهيدروجين يتفاعل مع الكلور ويحدث انفجار إن تم هذا التفاعل فى الضوء أما إحداث تفاعل انفجارى بفعل الصدمات الميكانيكية فمنها تفاعل الأسيتاليدات ، الأزيدات ، نترات المركبات العضوية ،الفوق كلورات وكثير من فوق الأكاسيد الأحماض والقواعد أيضاً يمكن أن تكون عوامل مساعدة لحدوث عمليات البلمرة المرافقة بانفجار كثير من أيونات الفلزات كذلك تكون عوامل مساعدة فى تفاعل التحلل العنيف لفوق أكسيد الهيدروجين

عند إجراء تفاعلات تستخدم فيها المواد النشطة يجب أن تكون معدات الطوارئ فى متناول اليد

عند إجراء التفاعلات التى ترافق بانفجار يجب أن نبعد عنها أى مصادر حرارية أن يكون ليدنا طرق لتبريد الوعاء الذى يتم فيه التفاعل كما يجب أن يتم التفاعل فى خزانة التجارب مع قفل بابه كما يجب أن يوضع درع من البلاستيك الشفاف لمزيد من الحماية بجانب باب شباك) خزانة التجارب فى حالة الزيادة الكبيرة لسرعات التفاعلات الكيميائية وعدم وجود تبادل حرارى بين التفاعل والوسط المحيط قد يؤدى لحدوث الانفجار ولذلك فاستعمال كميات صغيرة ووجود تبريد كاف وسطوح للتبادل الحرارى قد يؤدى إلى التحكم فى التفاعل فى حالة وجود للتفاعل فيجب الحرص عند إضافة المتفاعلات.

والتعامل مع المواد القابلة للانفجار يتطلب:

أن يلبس العاملون نظارات لها حواجز جانبية صلبة

لبس واقى لكل الوجه مثل التعامل مع ديازوميثان

يجب لبس قفازات جلدية سميكة فى حالة التعامل مع هذه المركبات الخطرة أو عند تناول مخلوط التفاعلات وطبعاً التخطيط الجيد للتجارب يقلل الحاجة لكثير من الاحتياطات

فى المعامل التى يجرى فيها تجارب انفجارية يجب لبس بالطو المعمل كل الوقت وهذا البالطو يجب أن يكون مصنوعاً من مادة مقاومة للاشتعال ويكون من الممكن وبسهولة خلعها وهذا البالطو يقوم بالحماية من الجروح المحتملة من الزجاج المتطاير

والتصميمات الواقية فى حالة إجراء تجارب الانفجار تكون:

حواجز كالدروع لحماية الأفراد والمعدات الحواجز أيضاً تستخدم لهذا الغرض ويجب أن تحيط كل المساحة التى تجرى بها التجارب

خزانة التجارب تمثل عامل أمان كدرع فقط ضد تناثر المواد الكيميائية والحرائق والانفجارات الصغيرة

الصناديق الجافة يجب أن تزود بشباك زجاجى عندما يوضع بها مواد قابلة للانفجار فى جو خامل كما يجب أن نزود هذه الصناديق بقفازات مطاطية لإعطاء مزيد من الحماية من المهم أيضاً أن يتم توصيل هذه الصناديق بالأرض لكى لا تحتوى هذه الصناديق على شحنات كهربية قد تؤدى إلى انفجار المواد الموجودة بها.

استعمال المعدات : صيانة الأجهزة والمعدات المستخدمة فى المعامل تمثل دوراً هاماً فى أمان وكفاءة العمليات ويجب الكشف الدورى على المعدات وصيانتها وعملية الصيانة يجب أن نتأكد فيها من عدم حدوث أى خلل حتى لو حدث إضراب عن العمل

عملية تداول وتخزين الزجاجيات يجب أن تتم بحرص بحيث لا تؤدى إلى تدمير الأدوات الزجاجية وفى حالة حدوث تكسير للأدوات الزجاجية يجب التخلص منها أو إصلاحها أما الأدوات الزجاجية المحاطة بغلاف تفريغ فيجب تداولها بمنتهى الحرص لمنع حدوث مخاطر كثيرة فالمعدات الزجاجية المفرغة مثل أوعية ديوار أو الجفنات المفرغة فيجب وضع صمامات بها أو إحاطتها بعوازل(دروع) ويجب استخدام هذه الأدوات المصممة للاستخدام فى حالة التفريغ لهذا الغرض فقط

يجب عدم إجراء عمليات صهر ونفخ الزجاج فى حالة وجود إمكانيات خاصة كما يجب حماية اليد عند إدخال أنابيب فى مخارج زجاجية فالجروح الناتجة من إدخال أنابيب فى مداخل زجاجية تمثل أكثر نسبة فى حوادث المعامل فيجب أن تكون المداخل الزجاجية معالجة حرارياً بحيث تكون ناعمة أو تشحيمها ويجب المحافظة على اليدين باستخدام منشفة وذلك لتحجيم حركة الزجاج أثناء إدخال الأنابيب فيها

تداول المواد القابلة للاشتعال:

المواد المشتعلة تمثل أحد أكثر الأشياء خطورة فى المعامل ونظراً لأن المواد القابلة للاشتعال كثيراً ما تستخدم فى عمليات المعامل فإن الخبرة المعملية الحذرة تفترض دائماً أن هناك احتمال لحدوث حرائق ما لم يتم اتخاذ كل الاحتياطات الخاصة بمراجعة المواد المستخدمة وكذلك طريقة إجراء العمليات فمثلاً عمليات المعمل البسيطة بالمحاليل المائية

حيث لا تستخدم سوائل عضوية قابلة للاشتعال لا تمثل خطورة لحدوث حرائق فى الحالات الأخرى لذا يجب التعرف على إمكانية حدوث حرائق ومحاولة الحفاظ على الاحتمال الأدنى لحدوثها

ولحدوث الحرائق يجب أن يكون هناك مصدر إشعال ووقود وكذلك وجود عامل مؤكسد ففى المعامل التى لها خبرة وحذرة تتجنب وجود النار وذلك بتجنب وجود أحد العوامل المذكورة وعموماً يجب على العاملين أن يكونوا على دراية بالخطوات التى يجب اتخاذها عند حدوث الحرائق ويجب أن يكون بالمعامل معدات إنذار للنيران، أجهزة إطفاء، حمامات أمان ومعدات طوارئ أخرى ويكون كل هذا موجود فى مكان واضح وأن يكون كل العاملين مدربين على استخدامها ويجب مراعاة وجود مخارج واسعة وسهلة عند حدوث الحرائق كما يجب استخدام أجهزة إطفاء مناسبة عند حدوث الحرائق وأن تكون هناك لوحة بأرقام التليفونات الخاصة بمركز إطفاء الحرائق حتى يتم استدعاؤهم على الفور

التعامل مع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال:

على كل العاملين مع المواد القابلة للاشتعال معرفة بعض المعلومات الخاصة بضغط البخار،نقطة الاشتعال Flash point، وإمكانية الانفجار فى الهواء وطبعاً لتقليل الخطورة فى التعامل مع هذه المواد يجب استعمال كميات صغيرة منها والعمل على حفظها بشكل مناسب، وجود طفايات حرائق مناسبة، وفصل هذه المواد عن مصادر الاشتعال، العمل على أن تكون مصادر الاشتعال موصلة بالأرض كما يمكن استخدام البدائل الأقل خطراً

لانستعمل اللهب المباشر عند استخدام مواد كيميائية قابلة للاشتعال مثل موقد بنون أو الكبريت أو التدخين أو أى مصادر أخرى للاشتعال ولا نستخدم مواقد الغاز كمصدر للتسخين فى المعمل المستخدم به مواد قابلة للاشتعال ولكن بدلاً منها نستخدم معدات تسخين بالمياه تستخدم أجهزة كهربية للتقليب، الموتورات، فواصل الكهرباء وكل هذه الأجهزة قد تكون مصدر للإشعال خصوصاً لأبخرة هذه المواد فيجب عدم استخدامها ونظراً لأن موقع الأجهزة المذكورة يكون ثابتاً فى المعمل ففى هذه الحالة يكون أكثر أماناً إجراء العمليات الموجودة بها المواد القابلة للاشتعال فى مكان آخر بعيداً عنهم حتى مصادر الإشعال المنخفضة قد تمثل مصدر طاقة كافى لإشعال كثير من المواد التى لها قابلية كبيرة للاشتعال والموجودة بالمعامل مثل داى إيثيل إيثر وثنائى كبريتيد الكربون أما المواد القابلة للاشتعال عند درجات الحرارة المنخفضة فيجب حفظها فى ثلاجات مصممة لهذا الغرض

وعند نقل المواد القابلة للاشتعال فى أوعية معدنية يجب أن تكون قد وصلت بالأرض حتى يتم التخلص من الشحنات الاستاتيكية التى بها فقد تسبب شرارة تؤدى إلى الاشتعال

ويجب عدم تسخين المواد القابلة للاشتعال بلهب مفتوح ويستحسن استخدام مصادر حرارة تشتمل على حمامات مائية أو حمامات بخار، حمامات من الزيوت أو الشمع، حمامات من الرمل والأملاح،سخانات مانتيل

- يجب الحرص على تقليل البخار الناتج من المواد القابلة للاشتعال وذلك بتخفيفها عن طريق التهوية وبذلك تقل فرص تكوين مخلوط قابل للاشتعال

-عند تخفيف المواد القابلة للاشتعال يجب استخدام المراوح لمنع تكوين مخلوط قابل للانفجار

- فى حالة عدم استخدام المواد القابلة للاشتعال يجب حفظها فى أوعية محكمة الغلق

السوائل القابلة للاشتعال: تشتعل هذه السوائل عندما تختلط أبخرتها مع الهواء بتركيز مناسب لذلك يجب تداول هذه السوائل بطريقة لا تسمح بالوصول إلى هذا التركيز ومن أهم هذه الوسائل التهوية لمنع الوصول إلى التركيز القابل لانفجار الأبخرة وعند أخذ كميات من هذه الأوعية يجب أن يتم النقل فى خزانة التجارب أو فى المكان جيد التهوية وفى حالة حدوث تسرب أو كسر للأوعية الحاوية عليها فإن كمية كبيرة من أبخرتها ستنطلق وقد تؤدى إلى اشتعالها.

الغازات القابلة للاشتعال: عند تسرب الغازات القابلة للاشتعال قد يحدث انفجار فى جو المعمل ومن الغازات الخطرة الأسيتيلين ، الهيدروجين ، الأمونيا ، أول أكسيد الكربون أما الأستلين والميثان والهيدروجين فلهم قابلية كبيرة للاشتعال والانفجار ويجب استعمال موانع الشرر على اسطوانات الهيدروجين وقبل إدخال الغازات القابلة للاشتعال فى وعاء التفاعل يجب أن يفرغ هذا الوعاء أو يمرر فيه غاز خامل وتتم هذه الدورة ثلاثة مرات لكى يصير تركيز الأكسجين فى الوعاء أقل من ١%

اشتعال المواد عن طريق الإشعال المستحث : يجب فصل البالاديوم والبلاتين عن الكربون، أكسيد البلاتين، النيكل المجزأ والعوامل المساعدة فى عملية الهدرجة عن طريق الترشيح من المخاليط والعوامل المساعدة المفصولة غالباً ما تكون مشبعة بغاز الهيدروجين الذى يكون نشطاً جداً ويشتعل بشكل تلقائى عند تعرضه للهواء وعندما تكون كمية المحفز المرشحة كبيرة فلا يسمح للمخلوط مع المرشح أن يترك حتى يجف

فيجب وضع القمع المحتوى على ورقة الترشيح بما فيها مباشرة فى حمام مائى بعد إتمام الترشيح ويجب استعمال غاز خامل مثل الأرجون أو النيتروجين للتقليب فى عمليات الهدرجة وبالتالى يمكن ترشيح المحفز والتعامل معه فى هذا الجو الخامل

وعند تداول مركبات فوق الأكسيد يجب مراعاة الآتى:

استخدم أقل كمية ممكنة من مركبات فوق الأكاسيد

بتجفيف مركبات فوق الأكاسيد بالمذيبات الخاملة تقل حساسية هذه المركبات للحرارة – الصدمات (نستخدم مذيبات الهيدروكربون الأليفاتية كمذيب خامل ولا نستخدم المذيبات العطرية مثل طولوين) لأنه ينشط تفاعل تكسير داى أسيل فوق أكسيد

لا نستخدم محلول مركبات فوق الأكاسيد فى المذيبات سهلة التطاير لأن تطاير هذه المذيبات يؤدى إلى زيادة تركيز فوق الأكسيد فى المحلول

لانسمح بالتدخين أو وجود لهب مكسوف أو أى مصدر من مصادر الأكسيد فى المعامل

نتجنب الاحتكاك أو الطحن بجوار مركبات فوق الأكسيد ولانستخدم أدوات زجاجية لها غطاء زجاجى أيضاً فى حفظ هذه المركبات ولكن يجب استخدام زجاجات من البولى إيثيلين

نتجنب تحلل مركبات الفوق أكسيد ويجب حفظها عند درجات حرارة منخفضة بالقرب من درجة التجمد فالحفظ عند درجات حرارة منخفضة جداً قد يؤدى إلى تكون صورة من الصور الحساسة جداً للصدمات أو الحرارة .

الغازات القابلة للانفجار والغازات المسالة: المادة تكون أكثر تركيزاً فى حالة الغازات المسالة من كونها فى الحالة البخارية لذلك فإن السائل قد يتبخر بسرعة والهواء المسال يكون خطراً مثل الأوكسجين المسال لأن النتروجين يغلى تاركاً تركيز أكبر من الأوكسجين وبعض السوائل التى تستخدم فى التبريد مثل النيتروجين والهيليوم لو تركت معرضة للهواء فقد يتكثف ويمثل الأكسجين المحتوى من الجو أيضاً خطورة كبيرة

- فى حالة استخدام الغازات المسالة فى حيز مغلق يجب أن يحتوى التصميم على بعض الصمامات التى تسمح بتسريب الضغط الزائد الناتج من تبخير هذه الغازات

فى حالة السائل المستخدم كالهيدروجين مثلاً فمن الممكن أن يكون مخلوط مع الهواء ويؤدى إلى حدوث انفجار.

مواد نشطة أو قابلة للانفجار تتطلب عناية خاصة:

المركبات الآتية مركبات نشطة وبعضها ينسب إلى المتفجرات:

مركبات الأستلين: تكون مواد قابلة للانفجار فى مخلوط مع الهواء بنسبة ٢٥-٨ % والأستيلين عند ضغط ٢ جوى والمعرض إلى تفريغ كهربى أو درجة حرارة عالية يتحلل محدثاً انفجاراً عنيفاً وبعض مركبات الأستيلينات تنفجر عند حدوث تأثير ميكانيكى خفيف عليها ويجب حفظ الأستيلين فى محلول أسيتون ولا يحفظ مستقلاً فى اسطوانات.

كلوريد الألمونيوم: فى حالة وجود رطوبة به يتحلل مكوناً كلوريد الهيدروجين وينتج عن ذلك ضغط عالى وعند فتح الوعاء المحتوى عليه بعد تخزينه لمدة طويلة فيجب الحرص وذلك بإحاطتها بفوطة سميكة

النشادر: يتفاعل مع اليود وينتج منه ثلاثى أيوديد النتروجين الذى ينفجر باللمس كما يتفاعل النشادر مع الهيبوكلوريت منتجاً الكلور مخلوط مع النشادر والهاليدات العضوية يتفاعل أحياناً بعنف عند تسخينهما تحت الضغط والأمونيا قابلة للاحتراق واستنشاق كمية كبيرة منها قد تؤدى إلى الموت

الأزيدات: حساسة جداً للحرارة والصدمات يستطيع أزيد الصوديوم أن يطلق الهاليدات من الهيدروكربونات المكلورة مثل ثنائى كلوروميثان لتكوين مركب بولى أزيد العضوى وهى من المتفجرات الشديدة وهذا التفاعل الإحلالى يسهل حدوثه فى مذيب مثل ثنائى ميثيل سلفوأكسيد

مركب أكسيد الكروم مع البيريدين: - يمكن أن ينفجر فى حالة زيادة تركيز العالية ويجب أن يحضر المركب بإضافة إلى كمية كبيرة من البيريدين

ديازوميثان: وكذلك كثير من مركبات الديازو يجب التعامل معها جميعاً بحرص شديد نظراً لسميتها الشديدة وهذه الغازات أو سوائلها تنفجر بشدة حتى عند تلامسها مع أطراف الزجاج الحادة ولكن محاليل هذه المركبات تكون آمنة فى وجود الإيثير

داى إيثيل ، داى أيزوبروبيل وإيثيرات أخرى تشتمل على الهيدروفيوران و١،٤ديوكسان وكل الإيثيرات المتفرعة يحدث لكل هذه المركبات انفجار عند تسخينها نظراً لاحتوائها على مركبات فوق الأكسيد الناتج من تعرضهم للهواء وللتخلص من فوق الأكسيد فى هذه المركبات يجب إضافة كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية إلى محاليلها ثم تمرر على الألومينا القاعدية المنشطة وهذه العملية تزيل أغلب الكمية المحتواة فيها من مركبات فوق الأكسيد.

داى ميثيل سلفو أكسيد: يتحلل بعنف عند تلامسه مع كثير من مركبات الهالوجين النشطة مثل كلوريد الأسيل كما سجلت حالات إنفجار عند تلامسه مع هيدريد الفلزات النشطة داى ميثيل سلفو أكسيد يخترق الجلد حاملاً معه المواد المذابة

فوق أكسيد البنزويل الجاف: يشتعل بسهولة وينفجر عند خبطه يتحلل بشكل تلقائى عند درجة حرارة أعلى من ٥ °م ولكن هذا المركب يفقد حساسيته بإضافة ٢ % ماء

الثلج الجاف: يجب أن يخزن فى وعاء قادر على تحمل الضغط العالى

الأتربة: وهى معلقات تحتوى على بعض الجسيمات القابلة للأكسدة مثل مسحوق الماغنسيوم والخارصين والكربون وكذلك زهر الكبريت فكل هذه المساحيق فى الهواء يمكن أن تكون مخاليط شديدة الانفجار ويجب استخدام هذه المساحيق مع تهوية جيدة وعدم تعرضها لأى عامل من عوامل الاشتعال

أكسيد الإيثيلين: ينفجر عند تسخينه فى وعاء مغلق والتجارب التى يستخدم فيها هذا المركب يجب أن تجرى خلف حواجز مناسبة

المركبات المهلجنة مثل الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون ومحاليل أخرى لمركبات مهلجنة لا يتم تجفيفها باستخدام الصوديوم أو البوتاسيوم أو أى فلزات نشطة نظراً لحدوث انفجار شديد فى هذه الحالة وهذه المركبات لها سمية عالية وبعض مركبات الكلورات ، كلوريت ، البرومات ، الأيودات وفوق أكاسيدها تنفجر عند تسخينها عند درجات حرارة عالية.

فوق أكسيد الهيدروجين: عند تركيز أعلى من ٣% يكون خطراً فعند تلامسها مع الجلد تحدث حروق شديدة ومحلول تركيزه ٣ % يتحلل بسرعة خصوصاً فى وجود الحديد، النحاس ، الكروم أو أملاحها وعند استخدام تقليب بذراع معدنى قد يشكل هذا خطراً يجب الحرص معه

مصايد التبريد باستخدام النتروجين السائل والمعرض للهواء قد يحدث تكثيف للهواء وعند تبخير المادة المبردة قد يحدث انفجار فى هذه الحالة يجب استخدام التبريد فى المعدات المفرغة أو محكمة الغلق.

هيدريد ليثيوم- الألومنيوم : وهو عامل مجفف يجب عدم استخدامه لتجفيف إيثيرات الميثيل أو التتراهيدروفيوران فعادة يلاحظ حدوث حرائق فى هذه الحالات وتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون ينتج عنه مركبات قابلة للانفجار ويجب عدم استخدام طفايات من ثانى أكسيد الكربون أو طفايات تحتوى على بيكربونات الصوديوم لإطفاء الحرائق الناجمة من فمثل هذه الحرائق يتم إخمادها بواسطة الرمل أو أى مواد خاملة أخرى

مركبات النترات ، النيترو ، النيتروزو: هى مركبات قابلة للانفجار خصوصاً فى حالة احتواء المركب على أكثر من مجموعة نيترو والكحولات والبولى أولات تكون استرات للنترات نيتروجلسرين تكون متفجرات قوية

خزانات الأوكسجين: يجب تداولها بحرص لأنها تكون مع بعض الزيوت فى حالة الضغط العالى للأوكسجين شديدة الانفجار فيجب عدم استخدام الزيوت أو الشحوم بالتلامس مع اسطوانة الأوكسجين.

الأوزون: مركب نشط جداً وعالى السمية ويتكون نتيجة تعرض الأكسجين فى الهواء للأشعة فوق البنفسجية لذلك فإن مصادر الأشعة فوق البنفسجية تتطلب تهوية مركبات الأوزونايد تشكل مواد متفجرة

البالاديوم أو البلاتين : المحملين على الكربون وكذلك أكسيد البلاتين والنيكل المجزأ وعوامل مساعدة أخرى تمثل خطورة لحدوث انفجارات عند إضافة العامل المساعد إلى وعاء يحتوى على مخلوط أبخرة قابلة للاشتعال أو فى حالة وجود الهيدروجين يجب عدم استعمال معهم مرشحات قابلة للاشتعال.

فوق الكلورات: يجب تجنب استعمالها فأملاح الفوق كلورات العضوية أو مع مركبات فلزية عضوية وكذلك الأيونات غير العضوية تمثل مادة متفجرة ومحلول من حمض البيركلوريك يمكن تسخينه بأمان حتى ٢ °م عندما يكون تركيزه ٧ % ولكن تلامس الحامض غير المخفف الذى يوجد عند درجة الغليان أو أبخرته الساخنة مع المواد العضوية أو أى مركبات غير عضوية مؤكسدة قد يشكل مخلوطاً انفجارياً شديداً.

فوق الأكاسيد غير العضوية: عند خلطها مع مواد قابلة للاحتراق مثل الباريوم، الصوديوم، فوق أكسيد البوتاسيوم تشكل مخلوط انفجارى يشتعل بسهولة.

الفوسفور الأحمر والأبيض: يكون الفوسفور مع المواد المؤكسدة مخلوطاً انفجارياً ويجب حفظ الفوسفور الأبيض تحت الماء لأنه يشتعل عند تعرضه للهواء ويتفاعل الفوسفور مع محاليل الهيدروكسيدات ليعطى الفوسفين الذى قد يشتعل أو ينفجر فى الهواء.

ثلاثى كلوريد الفوسفور يتفاعل مع الماء ليعطى حمض الفوسفوروز وينطلق غاز كلوريد الهيدروجين وحمض الفوسفوروز يتحلل بالتسخين منتجاً غاز الفوسفين ويجب فتح الأوعية المحتويه على ثلاثى كلوريد الفوسفور بحرص وكذلك ثلاثى كلوريد الفوسفور الذى تعرض للرطوبة يجب عدم تعريضها للتسخين دون وجود حاجز واقى

البوتاسيوم : هو أكثر نشاطاً من عنصر الصوديوم فهو يشتعل بسرعة عند التعرض للهواء الرطب ولذلك يجب حفظه بمذيب هيدروكربونى مثل الزيوت المعدنية أو الطولوين وعند تعرضه للهواء قد يتكون فوق أكسيد البوتاسيوم وفى حالة تقطيع هذا العنصر بسكين معدنى قد يحدث ذلك انفجار شديد.

الصوديوم : يجب حفظه فى وعاء مغلق تحت سطح الكيروسين أو الطولوين أو الزيوت المعدنية أى قطع صغيرة من الصوديوم أو البوتاسيوم يجب التخلص منها بالتفاعل مع الكحول البيوتيلى العادى يجب تجنب ملامسة الصوديوم للماء لأنه يتفاعل معه بشكل عنيف لتكوين غاز الهيدروجين وانطلاق كمية كبيرة من الحرارة تسبب الاشتعال ويجب عدم استخدام طفايات ثانى أكسيد الكربون، بيكربونات وكذلك رابع كلوريد الكربون فى حالة الحرائق الناتجة من العناصر القلوية ويستحسن استعمال القطع الكبيرة من الصوديوم على شكل كرات عند استخدامه لتجفيف المذيبات (السطح يكون صغيراً ويكون الفلز أقل نشاطاً).

حمض الكبريتيك : يجب تجنب استعماله كعامل مجفف فى أوعية المجففات وفى حالة الضرورة لاستخدامه يجب وضع كرات من الزجاج لمنع تناثر الحامض عند تحريك المجفف وعند تخفيف الحامض يجب إضافته ببطء إلى الماء البارد أما العكس قد يحدث أن يغلى الحامض وقد يؤدى إلى كثير من الحوادث.

بعض الغازات الخطرة:

كلوريد البورون: هى أحماض القوة وتنتج أحماض بروتونية قوية ويتفاعل كلوريد البورون مع الماء منتجاً وأبخرة هذا الغاز لها تأثير تآكلى وتسبب تهيج العيون وكذلك الأغشية المخاطية

ثلاثى فلوريد الكلور: فى الحالة السائلة له تأثير تآكلى كبير وكذلك سمية كبيرة وهذا المركب من المتفجرات القوية يسبب حروق عند تلامسه مع الجلد ويكون ثلاثى فلوريد الكربون مخلوط انفجارى مع بخار الماء، الأمونيا ، الهيدروجين وأغلب الأبخرة العضوية

هيدريد السيلينيوم: هو غاز لا لون له ولكن له رائحة مميزة وهذا الغاز قابل للاشتعال والانفجار أيضاً ويتفاعل بعنف مع المواد المؤكسدة وهو مهيج للعيون والأغشية المخاطية وللجهاز التنفسى للإنسان ويسبب ضرراً شديداً للجهاز الهضمى وعدم اتزان وإجهاد كبير وكذلك الإحساس بالطعم الفلزى فى الفم

الفوسفين هو مركب يشتعل تلقائياً، قابل للانفجار، سام، عديم اللون له رائحة السمك المتحلل وهو مركب خطر جداً يشتعل فى وجود الهواء والمؤكسدات يتفاعل مع الماء والأحماض والهالوجين فى حالة تسخين الفوسفين يتكون هيدريد الفوسفور وهو من المتفجرات وله سمية كبيرة

السيلان : مركب قابل للاشتعال عديم اللون يشتعل تلقائياً فى الهواء الغاز له رائحة منفرة

التعامل مع المواد الكيميائية ذات السمية العالية:

عند التعامل مع المواد ذات السمية يجب عدم التواجد فى المعمل منفرداً ويجب أن يكون هناك مجموعة من الأفراد الذين لديهم المعرفة بالمخاطر التى قد تحدث ويكون لديهم رد الفعل المناسب فى حالة الطوارئ يجب أن يلبس العاملون ملابس واقية لحماية الأيدى والوجه من التعرض لهذه المواد

يجب أن يجرى تخطيط جيد لإجراء التجارب التى يدخل فيها مركبات ذات سمية عالية ومن حسن التخطيط أن يقوم الشخص الذى سيستعمل مواد سامة بالتشاور وأخذ النصيحة من الزملاء الذين لهم خبرة فى تداول هذه المواد وكذلك فى التعرف على بروتوكول استخدامهم كما أن الخبراء فى مجال الصحة البيئية وكذلك فى البرامج الآمنة يمثلون مصدراً مهماً من مصادر المعلومات لكيفية التعامل مع السميات

كما يجب دائماً أن يكون العاملين على دراية بالخصائص الطبيعية والسمية للمواد الكيميائية المستخدمة، تركيز والكميات المتداولة فى التجربة، زمن التعرض وكذلك التأثيرات السامة الناجمة عن التعامل معها ويجب كذلك معرفة خطة إدارة هذه المواد خلال دورة حياتها من طلبها وتخزينها إلى أن يتم إعدامها أو التخلص الآمن منها

يجب اتخاذ احتياطات خاصة فى المكان الذى تجرى فيه التفاعلات التى تدخل فيها المواد ذات السمية العالية من لحظة إحضار هذه المواد وتفريغها للاستخدام ووضعها فى خزانة التجارب أو الصناديق المحتوية على قفازات ويجب على كل العاملين بالمعمل أن يعلموا عن إجراء هذه التجارب ويكون الكل مدرباً على حالات الطوارئ ويستحسن وضع بطاقة إرشادات عن السلامة والأمان عند إجراء التجارب بالمواد ذات السمية العالية على الباب الخارجى للمعمل.

يسمح فقط للعاملين الحاصلين على تدريب فى الاحتياطات بالعمل مع المواد ذات السمية العالية بإجراء تجارب بها ويجب أن يكون هناك تعلميات إدارية بمنع دخول الأفراد غير الحاصلين على تدريب لدخول منطقة إجراء التجارب المستخدم فيها مواد ذات سمية عالية وقد يستخدم فى هذه الحالة أقفال أو حواجز مناسبة لهذا الغرض لكن استخدام الأقفال يجب أن لا يعيق الوصول إلى المخارج فى حالة الطوارئ أو يعيق دخول المعاونة فى حالة الطوارئ

حالات الطوارئ:

الاستعدادات العامة فى حالة الطوارئ: يجب على كل العاملين بالمعامل أن يعرفوا كيفية التصرف فى حالة الطوارئ وتتلخص هذه المعرفة فى الآتى:موضع أدوات الحريق وأدوات التحكم فى التسرب ومعرفة كل أماكن الخروج لتفريغ المبنى من العاملين ومعرفة كيفية البلاغ عن الحرائق، الإصابات ، تسرب المواد الكيميائية وخلافه وهذه المعلومات السابقة يجب أن تكون موجودة فى شكل كتاب فيه التعليمات الخاصة بالمعهد توصف فيها الإجراءات الواجب اتخاذها فى حالات الطوارئ ويجب أن يكون كل العاملين بالمعامل على درجة عالية من معرفة كيفية استخدام أدوات الإطفاء ومعدات الطوارئ والتعامل مع التسرب الكيميائى وكذلك الإصابات كما يجب أن توضع على أبواب المعامل رقم تليفونات الأشخاص المسئولين

قواعد السلامة العامة في التعامل مع الكيماويات:

ومن أهمها :

- غسل اليدين جيداً بعد الانتهاء من العمل في العينات
- عدم وضع اليد في الفي أو مسح العينين أثناء التعامل مع العينات وفحصها ، فبعضها سام
- تصنيف العينات وترتيبها في خزائن ذات واجهة بللورية ، لتسهيل الرجوع إليها عند الحاجة
- وضع بطاقة صغيرة تحمل الاسم العلمي لها على كل عينة ، ويلحق بها بطاقة تحمل كافة المعلومات العلمية عن هذه العينة

- حفظ العينات بحجم معقول بحيث لا يشغل حيزاً كبيراً من خزانة الحفظ ويفضل أن تكون أبعاد العينة المحفوظة (١ × ١ × ١) سم تقريباً
- حفظ العينات النادرة في مكان بعيد عن متناول أيدي الطلبة

قواعد السلامة العامة في تخزين المواد الكيميائية:

استخدام خزائن خاصة أو غرف التخزين الملحقة بالمعمل عند تخزين المواد الكيميائية ، شريطة أن تكون مزودة بنظام تهوية جيد للتخلص من الروائح والغازات المنبعثة من عبوات المواد الكيميائية ونستخدم عند تخزين المواد الكيميائية خزائن ذات رفوف مغطاة بطبقة من الفورمايكا المقاومة للمواد الكيميائية ، ومزودة بأقفال كما يجب وضع ملصقات مناسبة على عبوات المواد الكيميائية ، بحيث تحوي على إشارات تحذيرية لكل مادة ،واسمها ، والرمز الكيميائي الخاص بها ، ودرجة تركيزها ، وتاريخ كل من إنتاجها وانتهائها وفي حال عدم توفر خزائن خاصة بالمواد الكيميائية

فيستعاض عنها برفوف بعيدة عن متناول أيدي الطلبة ، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة ، على ألا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المتعامل معها ولانحاول تخزين كميات كبيرة من المواد الكيميائية ، لأن التخزين لفترة طويلة يقلل من فاعلية المادة

ويجب ضع عبوات التخزين الكبيرة في الرفوف السفلى ، وعبوات الاستخدام المتكرر في الرفوف العليا كما يجب أن نضع في الرف الواحد العبوات قليلة الاستخدام في الخلف، والعبوات كثيرة الاستخدام في الأمام ولا نحاول ولأي سبب الاستعانة بالطلبة في إحضار عبوات المواد الكيميائية أو نقلها من مكان لآخر.

احتياطات السلامة في تخزين المواد الكيميائية:

المواد المشتعلة : وتقسم إلى مواد شديدة الاشتعال وهى المادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من الصفر ودرجة غليانها أقل من٣٥ والمواد سريعة الاشتعال كالمادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من٢١ وتشتعل تلقائياً في الهواء ضمن درجة الحرارة المحيطة بها تشتعل المواد الصلبة منها ، عند تعرضها للهب لفترة من الوقت ، وفي حال ملامستها للماء أو الهواء الرطب تطلق غازات سريعة الاشتعال

لذا يجب أن تخزن في منطقة مفتوحة ، بها تهوية جيدة ، بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة ، أو أي مصدر آخر للحرارة كما يجب أن توضع إشارات تحذيرية على العبوات الخاصة بها كما يجب أن لا تخزن السوائل القابلة للاشتعال ولو بشكل مؤقت داخل قاعة المعمل أو بالقرب من المخارج ويجب الحرص على التهوية الجيدة عند التعامل معها ، الصادرة عن السوائل المشتعلة والقابلة للاشتعال والحرص على استخدام الكمية المطلوبة من السائل ، ونحتفظ بالباقي في المكان المخصص لها.

تعليمات عامة للعمل مع المواد الكيميائية الخطرة:

١- السلوك الشخصى حيث يجب على العاملين بالمعامل مراعاة المعايير الآتية فى سلوكهم:

تجنب الكلام المضحك أو النكات فى المعمل

استخدام أجهزة المعمل فى الغرض المخصص لها فقط

لا يسمح بدخول الأطفال فى المعامل حيث تحفظ مواد خطرة أو يجرى بها أنشطة خطرة

فى حالة السماح للأطفال بدخول المعامل بغرض التعلم يجب أن يكونوا تحت رقابة مباشرة من الكبار

يجب أن يكون هناك إعلانات فى المعامل توضح وسائل الأمان اللازمة للعمل بالمعمل وخصوصاً نظارات الوقاية للعيون

٢- تقليل التعرض للمواد الكيميائية:أى أخذ الاحتياطات اللازمة لتقليل تعرض الجلد والعيون للمواد الكيميائية وكذلك استنشاقها أو دخولها إلى الدم عن طريق الجروح أو دخولها الجهاز الهضمى

٣- تجنب إصابة العين: يجب ارتداء نظارات الوقاية للعين والتى بها حواجز لمنع تعرض العين للمواد الكيميائية أو التعرض للزجاج المتناثر فى حالة كسر أى أدوات زجاجية أما فى حالة إجراء عمليات كيميائية خطرة فيجب لبس واقى للرأس والرقبة (قناع مصنوع من البلاستيك) وبالنسبة للأشخاص الذين يستعملون عدسات لاصقة فيجب عدم استعمالها فى المعامل وخصوصاً عند التعامل مع الأبخرة والغازات

لأن هذه العدسات قد تزيد من الضرر وتمنع من المعالجة بواسطة الإسعافات الأولية فى حالة العمل مع الليزر والأشعة فوق البنفسجية وكذلك مع اللهب لتشكيل الزجاج فيجب استعمال نظارات من مادة خاصة

تجنب دخول المواد الكيميائية الخطرة إلى الدم أو الجهاز الهضمى

عدم تناول الطعام، الشرب، التدخين، العلكة، استخدام مستحضرات التجميل وتناول الأدوية فى المعامل حيث توجد المواد الكيميائية الخطرة فيجب أن تمنع تماماً

يجب عدم استخدام الزجاجيات المستخدمة فى العمليات الكيميائية لتحضير أى نوع من الأطعمة كما أن الثلاجات ومكعبات الثلج والأفران وغيرها من الأدوات بالمعمل يمنع استخدامها تماما لحفظ الأطعمة والمشروبات ويجب عدم استخدام مصادر المياة أو المياة المنقاة من الأيونات لغرض الشرب

تجنب استنشاق المواد الخطرة:

المواد الكيميائية السامة غير المعروف درجة سميتها يجب عدم شمها على الإطلاق والمواد الكيميائية المتطايرة والسامة أو المواد الصلبة والسائلة السامة يجب التعامل معها فى خزانة التجارب ويجب عدم استخدام خزانة التجارب فى التخلص من النفايات السامة المتطايرة وذلك بتبخيرها ولكن يجب التعامل مع هذه المواد كنفايات كيميائية ويتخلص منها فى حاويات خاصة وفقاً لتعليمات المؤسسة

وفى حالة استخدام خزانة التجارب يراعى الآتى:

فى حالة العمل مع المواد الخطرة استخدم فقط خزانات التجارب المعدة لإجراء تجارب معينة كما يجب التفتيش على صلاحيتها من وقت لآخر

ضع المواد المتفاعلة الخطرة على مسافة ١٥ سم على الأقل من جدار الخزانة الخارجى

لا تدخل رأسك أبداً داخل الخزانة أثناء إجراء التجربة

بالنسبة للخزانات التى لها باب عمودى يجب استعمال الخزانة بفتح الباب بأقل ارتفاع ممكن

حافظ على نظافة الخزانة ونظافة زجاجها ولا تزحمها بالزجاجيات

إن طول شعر العاملين بالمعامل وكذلك ثيابهم الفضفاضة أو استعمالهم للحلى يجب أن يكون محدوداً عند العمل فى المعامل فإن الشعر الطويل والملابس الفضفاضة أو الملابس الممزقة أو الحلى قد تغمس فى محاليل المواد الكيميائية أو قد تعلق بالأجهزة أو الماكينات الدوارة الشعر والملابس قد تمسك بهم النيران كذلك لبس الصنادل أو الأحذية المفتوحة يجب عدم لبسهم فى المعامل التى يستخدم فيها مواد كيميائية خطرة نظراً لاحتمال سقوط هذه المواد على الجلد مباشرة

الملابس الواقية فى المعمل يجب ألا تسمح باختراقها المواد الكيميائية الخطرة تعطى حماية للعاملين

يجب عدم استعمال ملابس مصنوعة من ألياف صناعية نظراً لأنها قابلة للاشتعال وتلتصق بالجلد وبذلك تزيد من حدة الإصابة بالحروق ولذلك فإن الملابس القطنية هى المفضلة عند العمل فى المعامل

نقل المواد الكيميائية:

عند نقل المواد الكيميائية بين المخازن المختلفة أو خارج المعمل يجب أن يتم نقلها فى أوعية ثنائية مقاومة للكسر والأوعية الثنائية قد تكون مصنوعة من المعدن أو المطاط أو البلاستيك وبها يد لحملها وتكون كبيرة لدرجة أن تتحمل محتويات الوعاء الرئيسى فى حالة حدوث كسر فيه أما عند نقل الغازات المضغوطة فيجب استعمال الحوامل المناسبة لها وحماية صماماتها بواسطة غطاء أما فى حالة نقلها بين الأدوار المختلفة فيجب أن لا يكون هناك أفراد فى المصعد عندئذ ولقد صار المعمل الكيميائى مركز الحصول على المعرفة وتطوير مواد جديدة تستخدم فى المستقبل وكذلك لملاحظة والتحكم فى هذه المواد ولتى تستخدم فى آلاف من العمليات التجارية وكثيراً من هذه المركبات مفيدة ولكن كثيراً منها أيضاً قد يسبب ضرراً لصحة الإنسان وكذلك للبيئة ومن هنا ظهرت الحاجة إلى كيفية التعامل الآمن معها وحتى وقت قريب لم يؤخذ فى الاعتبار المخاطر التى يتعرض لها العاملون فى هذه المعامل ولم توضع معايير للأمان للعمل بها ومن الطريف أن نذكر أن العالم أوجست كيكولى ذكر عام ١٨٩ أن أستاذه ليبج قال له لو أردت أن تكون كيميائياً فيجب أن تخرب صحتك وأن الذى لا يضحى بصحته لن يذهب بعيداً فى الكيمياء ولكن الآن فإن الضغط الاجتماعى أرغم المؤسسات التى بها معامل أن تكون مسئولة عن توفير الأمان والبيئة الآمنة للذين يعملون بها وأن تؤخذ الحيطة عند نقل المواد الكيميائية وكذلك التخلص من النفايات الكيميائية

حالات الطوارئ: الاستعدادات العامة فى حالة الطوارئ: يجب على كل العاملين بالمعامل أن يعرفوا كيفية التصرف فى حالة الطوارئ وتتلخص هذه المعرفة فى الآتى:

-موضع أدوات الحريق وأدوات التحكم فى التسرب

-معرفة كل أماكن الخروج لتفريغ المبنى من العاملين

-معرفة كيفية البلاغ عن الحرائق، الإصابات ، تسرب المواد الكيميائية وخلافه

وهذه المعلومات السابقة يجب أن تكون موجودة فى شكل كتاب فيه التعليمات الخاصة بالمعهد توصف فيها الإجراءات الواجب اتخاذها فى حالات الطوارئ وطبعاً يجب أن يكون كل العاملين بالمعامل على درجة عالية من معرفة كيفية استخدام أدوات الإطفاء ومعدات الطوارئ والتعامل مع التسرب الكيميائى وكذلك الإصابات كما يجب أن توضع على أبواب المعامل رقم تليفونات الأشخاص المسئولين

التعامل مع تحرر (انطلاق) المواد الكيميائية الخطرة:

يجب دائماً تصميم التجارب بحيث تقلل من إمكانية انطلاق مواد خطرة فى المعامل إلى الحد الأدنى ويجب استخدام الكميات الدنيا من المواد الخطرة فى التجارب ويراعى عند نقلها وتداولها الطرق السليمة الآمنة من ناحية حملها فى قنينات مقاومة للكسر أو تحتوى على وعاء ثانوى ويجب أن يكون العاملين على دراية بخصائص هذه المركبات من ناحية الخواص الطبيعية والكيميائية وكذلك سميتها وذلك قبل التعامل معها ومن أهم الاحتياجات اللازمة عند انطلاق المواد الكيميائية الخطرة وجود معدات الأمان، الملابس الواقية، والمعدات التى تتحكم فى التسرب وفى حالة حدوث تسريب فى المعمل يجب إتباع التعليمات الآتية بالتسلسل الوارد:

يجب إعلام العاملين فى المعامل الأخرى بوجود حادثة تسريب وإن أمكن فيجب إخلاء المعهد من العاملين

محاولة مساعدة المصابين وفى حالة الضرورة سرعة الاتصال بالإسعاف

محاولة محاصرة التسرب ولكن بدون مخاطرة للتعرض للإصابة أو التلوث

ينظف المكان الذى حدث به تسرب وذلك باستخدام الطرق المناسبة كما يجب التخلص من المواد التى تلوث بالطرق المعروفة

وإذا حدثت إصابة أو تلوث لأحد العاملين بمادة كيميائية خطرة فيكون هناك أولوية فى التعامل معه ويجب أن يلقى المصاب عناية طبية بأسرع ما يمكن وعند حدوث تسرب أصاب منطقة صغيرة من الجلد فيجب اتباع الخطوات الآتية:

نغسل المنطقة المصابة وذلك بوضعها تحت تيار الماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة

عند عدم ملاحظة حرق واضح اغسل هذه المنطقة بالماء الدافئ والصابون مع خلع أى مجوهرات أو حلى للزينة لكى يسهل تنظيف الجلد من المواد الخطرة

ننظر إلى لائحة أمان المواد لكى تتعرف على إمكانية حدوث تأثير من هذه المادة فى وقت لاحق

نبحث عن رعاية طبية حتى إن كانت الحروق الكيميائية صغيرة

لا نستخدم أى كريمات أو دهانات

وإذا حدث تسريب على الملابس فيجب:

عدم تنفيض الملابس

اخلع كل الملابس الملوثة وكذلك الأحذية والمجوهرات وذلك قبل استعمال حمام (دش) الأمان

الثوانى مهمة فى مواجهة هذا الموقف ولذلك بادر بعمل اللازم

احذر من انتشار المواد المتسربة على الجلد وخصوصاً فى العيون

كن حذرا عند خلع البلوفر أو الفانلات لكى لا تصيب العيون ومن الأحسن تمزيق الملابس وليس خلعها من خلال الرأس

مباشرة أغمر الجسم المتأثر بالماء الدافئ لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة

يجب الحصول على رعاية طبية على وجه السرعة

تخلص من الملابس الملوثة أو أرسلهم إلى المغسلة ويتم غسلهم بشكل منفصل عن الملابس الأخرى

فى حالة حدوث إصابة للعيون فيجب إتباع الآتى:

اغسل عينيك بالماء مباشرة من مياه جارية لمدة ١٥ دقيقة على الأقل

ابعد الجفون عن جسم العين للشخص المصاب واطلب من المصاب أن يحرك عينه إلى أعلى واسفل وكذلك إلى الجنب حتى يمكن غسل العين خلف الجفون

استخدم غسول للعيون وفى حالة عدم وجوده ضع الشخص المصاب راقداً على ظهره وقم بصب الماء بلطف فى عينيه لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة

اتبع الإسعافات الأولية على يد شخص متخصص متدرب على التعامل مع الإصابات الكيميائية

أدوات التحكم فى التسرب:

كل معمل يحتوى على مركبات خطرة يجب أن يكون فيه مجموعات للتحكم فى التسرب والجاهزة للتعامل مع المخاطر الناجمة عن استعمال المواد فى المعامل وهذه المجموعات تعمل على جعل المخاطر الناجمة عن التسرب يكون لها تأثيراً محدوداً ويجب وضع مجموعات التحكم فى التسرب بالقرب من مخارج المعمل لكى يسهل التعامل بها وتحتوى مجموعات التحكم فى التسرب على الآتي:

وسائد تحكم فى التسرب وهذه الوسائد متاحة فى المتاجر وتستخدم لامتصاص المذيبات، الأحماض، القلويات الكاوية ولكن لا تستخدم مع حمض الهيدروفلوريك

بعض المواد الماصة الخاملة كالرمل أو المواد الصلصالية للعلم الورق ليس مادة ماصة خاملة ولا تستخدم لتنظيف المواد المؤكسدة مثل حمض النيتريك

مواد معادلة للأحماض المتسربة مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم

مواد معادلة للقويات المتسربة مثل كبريتات الصوديوم وحمض الستريك

أكياس بلاستيك كبيرة ومكانس بيد طويلة وكذلك جامع التراب

معدات واقية للأشخاص مناسبة ووسائل إنذار ووسائل حماية ضد السقوط أو الانزلاق على الأرضيات المبللة.

تنظيف المعمل من الانسكابات:

تعتمد طرق التخلص من الانسكابات عن طريق التنظيف على موقع الحادث وكذلك الكمية وخواص المواد المنسكبة وكذا درجة سميتها ونوع السمية وكذلك على مدى التدريب الذى حصل عليه العاملون فى هذا الموضوع

بعض التعليمات العامة مع بعض الانسكابات الشائعة:

بالنسبة للمواد غير القابلة للاشتعال وليست قابلة للتطاير ولها سمية ضئيلة تشمل هذا النوع من المواد الخطرة الأحماض غير العضوية (حمض الكبريتيك والنيتريك إلخ) والقواعد الكاوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم) فى هذه الحالة للتخلص منها يجب أن يكون لدينا قفازات ومناظير وفى حالة الضرورة أغطية للأحذية ويوصى باستعمال مواد ماصة محايدة لامتصاص المواد المنسكبة ومن الممكن معادلة المواد المنسكبة بمواد مثل كبريتات الصوديوم الهيدروجينية فى حالة القواعد وكذلك كربونات الصوديوم فى حالة انسكاب الأحماض

بالنسبة للمذيبات القابلة للاشتعال يجب اتخاذ إجراء سريع فى هذه الحالة الخطرة عند انسكاب مذيب قابل للاشتعال وله سمية منخفضة نسبياً ومن هذه المذيبات: إثير ، بنتان ، ثنائى إيثيل إيثر ، داى ميثوكسى إيثان ، وتتراهيدروفيوران فى هذه الحالة يجب إخماد أى لهب فى المعمل وكذلك فصل الأجهزة التى ينتج عنها شرارة كهربائية كما يلزم فصل مصدر الطاقة الكهربية عن المعمل ويجب امتصاص المذيب المنسكب بواسطة وسادة امتصاص الانسكابات على وجه السرعة يتم وضع المواد الممتصة نتيجة الانسكابات فى حاويات خاصة تمهيداً للتخلص منها بطريقة مناسبة.

بالنسبة للمواد المنسكبة ولها سمية كبيرة يجب عدم التعرف فى هذه الحالة بشكل منفرد فيجب أن يتم التخلص من الانسكابات فى وجود عدة أشخاص كما يجب أن يكون فى الصورة أيضاً مكتب المسئول الصناعى الصحى وذلك للحصول على المساعدة اللازمة لتقدير المخاطر فى هذه الحالة وهؤلاء المحترفون سيعرفون كيف يتخلصون من هذه المواد وسيقومون بهذه المهمة

التعامل مع اسطوانات الغاز التى بها تسريب:

فى بعض حالات التسريب من اسطوانات الغاز قد يشكل هذا خطورة كبيرة تستلزم مساعدة مباشرة من خارج المؤسسة فيجب العمل على غلق صمام هذه الاسطوانات دون توتر أو قلق ويجب ارتداء بعض المعدات الواقية

تعليمات معاونة فى حالات تسريب الغازات

غازات قابلة للاشتعال، خاملة أو غازات مؤكسدة

يجب نقل الاسطوانة فى هذه الحالة إلى مكان معزول بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال فى حالة الغاز القابل للاشتعال أو بمثل مادة مؤكسدة وعند نقل الاسطوانة المحتوية على غازات قابلة للاشتعال أو بها مواد مؤكسدة نحرص على عدم تعرض الاسطوانة لأى شكل إشعال من الممكن أيضاً وضع الاسطوانة التى بها تسريب فى خزانة التجارب بالمعمل حتى يستهلك كل محتوى الاسطوانة

الغازات التى تعمل على التآكل:

الغازات التى تعمل على التآكل قد تزيد حجم التسريب المنطلق وبعض هذه الغازات تكون عوامل مساعدة أو قابلة للاشتعال وقد يكون لها سمية وفى هذه الحالة تنقل الاسطوانة التى بها تسرب إلى مكان معزول به تهوية جيدة ثم يوجه الغاز المتسرب إلى مادة كيميائية معادلة مناسبة فى حالة ما إذا كان هناك تفاعل بين الغاز والمادة المعادلة قد يؤدى إلى شفط إلى الاسطوانة Suck back من خلال الصمام فيجب فى هذه الحالة وضع مصيدة Trap فى الخط قبل بداية التعادل

الغازات السامة:

نفس الاحتياطات يجب اتخاذها فى هذه الحالة كما فى حالة الغازات المسببة للتآكل ولكن لحماية الأفراد فى المعمل يجب عمل تحذيرات خاصة لخطورة التعرض لها. يجب أن يكون على الاسطوانة بطاقة تصف الأخطار وعليها التحذيرات التى يجب إتباعها فى حالة حدوث تسريب

كيفية التعامل مع الزئبق عند تسربه:

أغلب التسريبات الناتجة عن الزئبق ليس لها خطورة كبيرة وعند حدوث التسريب تعزل المنطقة ونبدأ عملية التخلص منه ويجب على العاملين للتخلص منه ارتداء قفازات وتبدأ العملية بالتقاط قطرات الزئبق الصغيرة أما الكبيرة فتجمع بواسطة شريحة من الورق على شكل بقعة من الزئبق ثم تزاح بواسطة الشفط أو أى وسيلة أخرى مناسبة لا تستخدم المكنسة الكهربائية لهذا الغرض لو لزم المر استخدم مكنسة كهربائية منزلية فيجب وضع مرشح كمصيدة عند جمع القطرات الصغيرة من الزئبق يمكن استخدام منشفة مبلولة والتى تعمل على تجميع هذه القطرات الصغيرة إلى قطرات أكبر.

العمل مع المواد النشطة جداً أو المتفجرات:

ينجم الانفجار من التفاعلات السريعة جداً والتى ترافق بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة وهذه التفاعلات قد تكون تلقائية أو يمكن حفزها وينتج عنها زيادة فى الضغط، غازات، دخان وكل هذه النواتج تمثل خطورة فالضوء والصدمات الميكانيكية والحرارة وبعض العوامل المساعدة يمكن أن تعمل على تنشيط التفاعلات فالهيدروجين يتفاعل مع الكلور ويحدث انفجار إن تم هذا التفاعل فى الضوء أما إحداث تفاعل انفجارى بفعل الصدمات الميكانيكية فمنها تفاعل الأسيتاليدات ، الأزيدات ، نترات المركبات العضوية ،الفوق كلورات وكثير من فوق الأكاسيد الأحماض والقواعد أيضاً يمكن أن تكون عوامل مساعدة لحدوث عمليات البلمرة المرافقة بانفجار كثير من أيونات الفلزات كذلك تكون عوامل مساعدة فى تفاعل التحلل العنيف لفوق أكسيد الهيدروجين

عند إجراء تفاعلات تستخدم فيها المواد النشطة يجب أن تكون معدات الطوارئ فى متناول اليد

عند إجراء التفاعلات التى ترافق بانفجار يجب أن نبعد عنها أى مصادر حرارية أن يكون لدينا طرق لتبريد الوعاء الذى يتم فيه التفاعل كما يجب أن يتم التفاعل فى خزانة التجارب مع قفل بابه كما يجب أن يوضع درع من البلاستيك الشفاف لمزيد من الحماية بجانب باب شباك) خزانة التجارب. فى حالة الزيادة الكبيرة لسرعات التفاعلات الكيميائية وعدم وجود تبادل حرارى بين التفاعل والوسط المحيط قد يؤدى لحدوث الانفجار ولذلك فاستعمال كميات صغيرة ووجود تبريد كاف وسطوح للتبادل الحرارى قد يؤدى إلى التحكم فى التفاعل فى حالة وجود للتفاعل فيجب الحرص عند إضافة المتفاعلات.

والتعامل مع المواد القابلة للانفجار يتطلب:

أن يلبس العاملون نظارات لها حواجز جانبية صلبة

لبس واقى لكل الوجه مثل التعامل مع ديازوميثان

يجب لبس قفازات جلدية سميكة فى حالة التعامل مع هذه المركبات الخطرة أو عند تناول مخلوط التفاعلات وطبعاً التخطيط الجيد للتجارب يقلل الحاجة لكثير من الاحتياطات

فى المعامل التى يجرى فيها تجارب انفجارية يجب لبس بالطو المعمل كل الوقت وهذا البالطو يجب أن يكون مصنوعاً من مادة مقاومة للاشتعال ويكون من الممكن وبسهولة خلعها وهذا البالطو يقوم بالحماية من الجروح المحتملة من الزجاج المتطاير

والتصميمات الواقية فى حالة إجراء تجارب الانفجار تكون:

حواجز كالدروع لحماية الأفراد والمعدات الحواجز أيضاً تستخدم لهذا الغرض ويجب أن تحيط كل المساحة التى تجرى بها التجارب

خزانة التجارب تمثل عامل أمان كدرع فقط ضد تناثر المواد الكيميائية والحرائق والانفجارات الصغيرة

الصناديق الجافة يجب أن تزود بشباك زجاجى عندما يوضع بها مواد قابلة للانفجار فى جو خامل كما يجب أن نزود هذه الصناديق بقفازات مطاطية لإعطاء مزيد من الحماية من المهم أيضاً أن يتم توصيل هذه الصناديق بالأرض لكى لا تحتوى هذه الصناديق على شحنات كهربية قد تؤدى إلى انفجار المواد الموجودة بها.

تخزين المواد الكيميائية:

يجب استعمال المواد الكيميائية فى المعامل بالكميات المطلوبة للعمل فقط أما باقى الكميات فيجب تخزينها ويجب أن يكون هناك بطاقة بها كل المعلومات عن المواد الكيميائية فأى خطورة خاصة بالمادة الكيميائية يجب أن تكون مدونة على البطاقة الملصقة بالوعاء الحاوى لها فى بعض الحالات المعينة ولمجموعة معينة من المواد الكيميائية فعلى سبيل المثال الإيثيرات والمواد المكونة لفوق الأكاسيد يجب كتابة تاريخ فتح الأوعية المحتوية على هذه المواد على البطاقة ويجب أيضاً كتابة التاريخ الذى يجب التخلص فيه من هذه المواد المكونة لفوق الأكاسيد بعد فتحها على البطاقة

يجب عدم الاحتفاظ بأكثر من واحد لتر من السوائل القابلة للاشتعال على رفوف المعامل فالكميات الأكبر من ذلك يجب تخزينها فى أوعية من المعدن أو أوعية غير قابلة للكسر أما الكميات الأكثر من واحد لتر فى المعمل فيجب أن تكون على مستوى أقل ارتفاعاً من العين ووضعها على الرفوف السفلى فى المعمل ويجب عدم تخزين المواد الكيميائية ولا نفاياتها على الأرض فى المعمل والثلاجات المستخدمة لحفظ المواد الكيميائية القابلة للاشتعال يجب أن تكون مقاومة للانفجارات والمواد الموضوعة فى الثلاجات يجب أن تكون عليها بطاقات مقاومة للماء مدون عليها كل المعلومات عن المواد الموجودة بها

استخدام أوعية ثانوية لتقليل تناثر المواد عند حدوث تسريب أو كسر للوعاء الأساسى يكون مفيد جداً فيجب أن يراعى عند تخزين المواد الكيميائية أن تعزل المواد القابلة للتفاعل مع بعضها البعض عند حدوث حادثة وبالتالى نتجنب تفاعلاتها التى قد تحدث بطريقة عنيفة مؤدية إلى حدوث انفجارات.

تخزين المواد شديدة السمية :

وهي المواد التي تترك آثاراً حادة أو مزمنة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها فيجب عدم تخزينها أو حفظها بالقرب من المواد المشتعلة وبعض المواد تتحول إلى مواد سامة عند اتصالها بالأحماض أو الحرارة أو الرطوبة ، لذا يجب معرفتها وعزلها ومعرفة أعراض التسمم بها وتزويد الشخص الذي يتعامل معها بوسائل الوقاية المناسبة كما يجب معرفة خصائص كل مادة يتم التعامل معها ، ومدة التعرض المسموح بها وتركيزها ، وأثرها على الجسم ، وطريقة دخول المادة السامة حيث أنها قد تدخل عن طريق الفم أو العين أو مسام الجلد ...الخ ومن الأمثلة عليها بخار الزئبق

تخزين المواد المتفجرة : وهي المواد التي تنفجر عندما تلامس اللهب ، وبعض هذه المواد تنفجر إذا تعرضت للاحتكاك أو السقوط وهذه المواد شديدة الحساسية للاهتزاز والصدمات والحرارة ، ومن ضمنها : فوق الأكاسيد والنترات ، حيث أنها تطلق طاقة مفاجئة بشكل هائل ، لهذا يجب حفظها في أماكن مغلقة مزودة بجميع الاحتياطات وأجهزة الأمن والسلامة ويجب عند تخزينها ، اتباع التعليمات والتحذيرات المسجلة على العبوات ، وأن تكون الكمية منها أقل ما يمكن ، ومنفصلة عن غيرها من المواد

تخزين المواد المؤكسدة:

وهي المواد التي تنتج طاقة حرارية عند تفاعلها مع مواد أخرى أو عند ملامستها مادة قابلة للاشتعال أو سريعة الاشتعال لذا يجب عدم تخزينها مع المواد القابلة للاشتعال ،وأن يكون مكانها مقاوم للاحتراق والحرارة وذات تهوية ويفضل أن تحفظ في زجاجات قاتمة اللون ،حيث يزداد نشاط تفاعلها بتوافر الأكسجين والحرارة والضوء.

تخزين المواد القارضة:

وهي المواد التي تسبب أذى عند ملامستها للأنسجة الحّية لذا تحفظ في مكان بارد تحت درجة حراره أعلى من درجة تجمدها بقليل ، بحيث يكون المكان جافاً وذو تهوية جيدة ، ومزودة بأجهزة الوقاية الضرورية لأن الكثير من الأحماض والقواعد تعمل على تآكل الأوعية ، وتتفاعل مع كثير من المعادن محررة غاز الهيدروجين الذي يكون مع الهواء مخلوطاً متفجراً ويفضل عدم حفظ المواد القارضة من الأحماض بالقرب من القواعد ، لتفاعل أبخرتها مع بعضها البعض تاركة ملح مترسب حول وعاء حفظها وفي أماكن وجودها .

تخزين المواد الضارة :

وهي المواد التي تسبب آثاراً بسيطة أو محددة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها

التخلص من المواد الكيميائية:

فى الواقع فإن كل التجارب التى تجرى فى معمل ما تؤدى إلى وجود نفايات مثل محاليل المواد الكيميائية ومواد كيميائية خطرة وأوراق ترشيح وغيرها والمبدأ الأساسى فى التعامل مع النفايات أنه يجب ألا يمارس أى نشاط فى المعامل ما لم تكن هناك خطة للتخلص من النفايات الخطرة وغير الخطرة وتطبيق هذا المبدأ سيؤكد على سلامة الإجراءات اللازمة للتعامل مع النفايات ويجنب وجود صعوبات غير متوقعة مثل احتمال تكوين صورة من النفايات (مواد كيميائية – مواد إشعاعية – مواد بيولوجية) لا تكون المؤسسة التى بها المعامل غير جاهزة للتعامل معها.

ولكل نوع من النفايات طرق خاصة للتعامل معها وللاختيار بين الطرق المتاحة يجب تطبيق عدة مبادئ ولكن الاعتبارات المحلية قد تؤثر بشكل قوى على هذه القواعد فمثلاً:

- النفايات الخطرة أو القابلة للاشتعال كالمذيبات يجب جمعها فى أوعية والانتظار لحين نقلها وفقاً لإمكانيات المؤسسة بواسطة وكالة متخصصة فى هذا العمل

- فى بعض الأحيان تخلط النفايات الخاصة بالمذيبات المختلفة المراد التخلص منها عندما يكون الاختلاط ممكناً فى بعض الأحيان فالنفايات المهجنة وغير المهجنة يجب أن تفصل عن بعضها البعض عند التداول

- الوعاء المستخدم لجمع النفايات السائلة يجب أن يكون مناسباً للاستعمال فكثيراً ما تستخدم أوعية زجاجية لهذا الغرض ولكن يجب الحرص على أن تكون هذه الأوعية رقبتها غير ضيقة وتكون مؤمنة ضد الكسر حتى لا تمثل صعوبة عند تفريغها ويستحسن استعمال أوعية مصنوعة من البلاستيك مثلاً من بولى ايثيلين أو من المعدن المجلفن أو من الحديد الصلب لجمع النفايات السائلة وهى أكثر أماناً خصوصاً فى حالة السوائل القابلة للاشتعال

- يجب عدم استعمال أوعية من الحديد الصلب المجلفن لجمع النفايات التى تمثل مذيبات مهجنة لأن هذه المذيبات تسبب تآكل المعدن وبالتالى يحدث لها تسريب

- يجب وضع بطاقات بيانات على كل الأوعية تشتمل على بيانات محتويات الوعاء ويجب أن تؤمن تغطيتها فى حالة عدم استخدامها.

ـ النفايات السائلة يجب جمعها بطريقة منفصلة عن نفايات المذيبات العضوية ويجب عدم إلقاء المحاليل المحتوية على نفايات قابلة للاشتعال أو بها مواد خطرة فى حوض الصرف الصحى ويجب عدم استخدام الزجاج فى حفظ النفايات المائية لخطورة تجمدها

ـ النفايات الصلبة مثل نواتج التفاعلات الجانبية أو المرشحات الموجود بها بعض المواد الكيميائية أو المواد المستخدمة فى الأوساط الكروماتوجرافية يجب وضعها جميعاً فى أوعية لحين نقلها للتخلص منها ويجب بذل كل جهد لاستعمال أو إعادة تدوير المواد غير المرغوب فيها وإعادة استعمالها بدلاً من التخلص منها

استعمال المعدات والزجاجيات:

صيانة الأجهزة والمعدات المستخدمة فى المعامل تمثل دوراً هاماً فى أمان وكفاءة العمليات ويجب الكشف الدورى على المعدات وصيانتها وعملية الصيانة يجب أن نتأكد فيها من عدم حدوث أى خلل حتى لو حدث إضراب عن العمل

عملية تداول وتخزين الزجاجيات يجب أن تتم بحرص بحيث لا تؤدى إلى تدمير الأدوات الزجاجية وفى حالة حدوث تكسير للأدوات الزجاجية يجب التخلص منها أو إصلاحها أما الأدوات الزجاجية المحاطة بغلاف تفريغ فيجب تداولها بمنتهى الحرص لمنع حدوث مخاطر كثيرة فالمعدات الزجاجية المفرغة مثل أوعية ديوار أو الجفنات المفرغة فيجب وضع صمامات بها أو إحاطتها بعوازل(دروع) ويجب استخدام هذه الأدوات المصممة للاستخدام فى حالة التفريغ لهذا الغرض فقط ويجب حماية اليد عند جمع الزجاج المكسور

فالقطع الصغيرة يجب جمعها بواسطة مكنسة يجب عدم إجراء عمليات صهر ونفخ الزجاج فى حالة وجود إمكانيات خاصة كما يجب حماية اليد عند إدخال أنابيب فى مخارج زجاجية فالجروح الناتجة من إدخال أنابيب فى مداخل زجاجية تمثل أكثر نسبة فى حوادث المعامل فيجب أن تكون المداخل الزجاجية معالجة حرارياً بحيث تكون ناعمة أو تشحيمها ويجب المحافظة على اليدين باستخدام منشفة وذلك لتحجيم حركة الزجاج أثناء إدخال الأنابيب.

تداول المواد القابلة للاشتعال:

المواد المشتعلة تمثل أحد أكثر الأشياء خطورة فى المعامل ونظراً لأن المواد القابلة للاشتعال كثيراً ما تستخدم فى عمليات المعامل فإن الخبرة المعملية الحذرة تفترض دائماً أن هناك احتمال لحدوث حرائق ما لم يتم اتخاذ كل الاحتياطات الخاصة بمراجعة المواد المستخدمة وكذلك طريقة إجراء العمليات فمثلاً عمليات المعمل البسيطة بالمحاليل المائية حيث لا تستخدم سوائل عضوية قابلة للاشتعال لا تمثل خطورة لحدوث حرائق فى الحالات الأخرى لذا يجب التعرف على إمكانية حدوث حرائق ومحاولة الحفاظ على الاحتمال الأدنى لحدوثها ولحدوث الحرائق يجب أن يكون هناك مصدر إشعال ووقود وكذلك وجود عامل مؤكسد ففى المعامل التى لها خبرة وحذرة تتجنب وجود النار وذلك بتجنب وجود أحد العوامل المذكورة وعموماً يجب على العاملين أن يكونوا على دراية بالخطوات التى يجب اتخاذها عند حدوث الحرائق ويجب أن يكون بالمعامل معدات إنذار للنيران، أجهزة إطفاء، حمامات أمان ومعدات طوارئ أخرى ويكون كل هذا موجود فى مكان واضح وأن يكون كل العاملين مدربين على استخدامها ويجب مراعاة وجود مخارج واسعة وسهلة عند حدوث الحرائق

التعامل مع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال:

على كل العاملين مع المواد القابلة للاشتعال معرفة بعض المعلومات الخاصة بضغط البخار،نقطة الاشتعال Flash point، وإمكانية الانفجار فى الهواء وطبعاً لتقليل الخطورة فى التعامل مع هذه المواد يجب استعمال كميات صغيرة منها والعمل على حفظها بشكل مناسب، وجود طفايات حرائق مناسبة، وفصل هذه المواد عن مصادر الاشتعال، العمل على أن تكون مصادر الاشتعال موصلة بالأرض كما يمكن استخدام البدائل الأقل خطراً

لانستعمل اللهب المباشر عند استخدام مواد كيميائية قابلة للاشتعال مثل موقد بنون أو الكبريت أو التدخين أو أى مصادر أخرى للاشتعال ولا نستخدم مواقد الغاز كمصدر للتسخين فى المعمل المستخدم به مواد قابلة للاشتعال ولكن بدلاً منها نستخدم معدات تسخين بالمياه تستخدم أجهزة كهربية للتقليب، الموتورات، فواصل الكهرباء وكل هذه الأجهزة قد تكون مصدر للإشعال خصوصاً لأبخرة هذه المواد فيجب عدم استخدامها ونظراً لأن موقع الأجهزة المذكورة يكون ثابتاً فى المعمل ففى هذه الحالة يكون أكثر أماناً إجراء العمليات الموجودة بها المواد القابلة للاشتعال فى مكان آخر بعيداً عنهم

حتى مصادر الإشعال المنخفضة قد تمثل مصدر طاقة كافى لإشعال كثير من المواد التى لها قابلية كبيرة للاشتعال والموجودة بالمعامل مثل داى إيثيل إيثر وثنائى كبريتيد الكربون أما المواد القابلة للاشتعال عند درجات الحرارة المنخفضة فيجب حفظها فى ثلاجات مصممة لهذا الغرض والثلاجات العادية يجب عدم استخدامها نظراً لوجود مصادر إشعال بها مثل مروحة الموتور ومفاتيح وفواصل الكهرباء.

وعند نقل المواد القابلة للاشتعال فى أوعية معدنية يجب أن تكون قد وصلت بالأرض حتى يتم التخلص من الشحنات الاستاتيكية التى بها فقد تسبب شرارة تؤدى إلى الاشتعال

ويجب عدم تسخين المواد القابلة للاشتعال بلهب مفتوح ويستحسن استخدام مصادر حرارة تشتمل على حمامات مائية أو حمامات بخار، حمامات من الزيوت أو الشمع، حمامات من الرمل والأملاح،سخانات مانتيل وكذلك حمامات من الهواء الساخن أو النيتروجين

- يجب الحرص على تقليل البخار الناتج من المواد القابلة للاشتعال وذلك بتخفيفها عن طريق التهوية وبذلك تقل فرص تكوين مخلوط قابل للاشتعال

-عند تخفيف المواد القابلة للاشتعال يجب استخدام المراوح لمنع تكوين مخلوط قابل للانفجار

- فى حالة عدم استخدام المواد القابلة للاشتعال يجب حفظها فى أوعية محكمة الغلق

السوائل القابلة للاشتعال:

تشتعل هذه السوائل عندما تختلط أبخرتها مع الهواء بتركيز مناسب لذلك يجب تداول هذه السوائل بطريقة لا تسمح بالوصول إلى هذا التركيز ومن أهم هذه الوسائل التهوية لمنع الوصول إلى التركيز القابل لانفجار الأبخرة وعند أخذ كميات من هذه الأوعية يجب أن يتم النقل فى خزانة التجارب Fume hoods أو فى المكان جيد التهوية وفى حالة حدوث تسرب أو كسر للأوعية الحاوية عليها فإن كمية كبيرة من أبخرتها ستنطلق وقد تؤدى إلى اشتعالها.

اشتعال المواد عن طريق الإشعال المستحث:

يجب فصل البالاديوم والبلاتين عن الكربون، أكسيد البلاتين، النيكل المجزأ والعوامل المساعدة فى عملية الهدرجة عن طريق الترشيح من المخاليط والعوامل المساعدة المفصولة غالباً ما تكون مشبعة بغاز الهيدروجين الذى يكون نشطاً جداً ويشتعل بشكل تلقائى عند تعرضه للهواء وعندما تكون كمية المحفز المرشحة كبيرة فلا يسمح للمخلوط مع المرشح أن يترك حتى يجف فيجب وضع القمع المحتوى على ورقة الترشيح بما فيها مباشرة فى حمام مائى بعد إتمام الترشيح ويجب استعمال غاز خامل مثل الأرجون أو النيتروجين للتقليب فى عمليات الهدرجة وبالتالى يمكن ترشيح المحفز والتعامل معه فى هذا الجو الخامل

وعند تداول مركبات فوق الأكسيد يجب مراعاة الآتى:

استخدم أقل كمية ممكنة من مركبات فوق الأكاسيد

بتجفيف مركبات فوق الأكاسيد بالمذيبات الخاملة تقل حساسية هذه المركبات للحرارة – الصدمات (نستخدم مذيبات الهيدروكربون الأليفاتية كمذيب خامل ولا نستخدم المذيبات العطرية مثل طولوين) لأنه ينشط تفاعل تكسير داى أسيل فوق أكسيد

لا نستخدم محلول مركبات فوق الأكاسيد فى المذيبات سهلة التطاير لأن تطاير هذه المذيبات يؤدى إلى زيادة تركيز فوق الأكسيد فى المحلول

لانسمح بالتدخين أو وجود لهب مكسوف أو أى مصدر من مصادر الأكسيد فى المعامل

نتجنب الاحتكاك أو الطحن بجوار مركبات فوق الأكسيد ولانستخدم أدوات زجاجية لها غطاء زجاجى أيضاً فى حفظ هذه المركبات ولكن يجب استخدام زجاجات من البولى إيثيلين

نتجنب تحلل مركبات الفوق أكسيد ويجب حفظها عند درجات حرارة منخفضة بالقرب من درجة التجمد فالحفظ عند درجات حرارة منخفضة جداً قد يؤدى إلى تكون صورة من الصور الحساسة جداً للصدمات أو الحرارة

لتخلص من فوق الأكاسيد:

فوق الأكاسيد النقية يجب عدم التخلص منها مباشرة ولكن يجب تخفيفها قبل التخلص منها والكميات الصغيرة منها (٢٥ جم أو أقل) يتم التخلص منها بواسطة التخفيف بالماء للحصول على محلول تركيزه حوالى ٢% ثم تنقل إلى زجاجة من البولى إيثيلين تحتوى على عامل مختزل مثل كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية ويمكن التعامل مع المحلول الناتج كنفايات

فى حالة تسرب محلول فوق الأكسيد فيجب امتصاصه بسرعة بواسطة vermiculite ثم يعالج المخلوط بواسطة مذيب مناسب والعجينة الناتجة يتم التخلص منها

لا نلقى المركبات العضوية لفوق الأكسيد فى الأحواض (فى الصرف)

تتكون مركبات فوق الأكسيد عند تخزين بعض المواد معرضة للهواء فمثلاً بعض فوق الأكسيد الموجود بكيمات صغيرة جداً فى مذيب مثل الديوكسان يكون خطير جداً وقد يغير من مسار التفاعل عند استخدام هذا المذيب

يجب حفظ مركبات فوق الأكسيد فى جو خامل (فى وجود النيتروجين أو الأرجون) فهذه هى الوسيلة الآمنة لحفظ مركبات فوق الأكسيد لمدة طويلة وأحياناً يضاف إلى محاليلها بعض المركبات المثبطة مثل مركبات صائدة الجذور الحرة

الغازات القابلة للانفجار والغازات المسالة:

المادة تكون أكثر تركيزاً فى حالة الغازات المسالة من كونها فى الحالة البخارية لذلك فإن السائل قد يتبخر بسرعة والهواء المسال يكون خطراً مثل الأوكسجين المسال لأن النتروجين يغلى تاركاً تركيز أكبر من الأوكسجين وبعض السوائل التى تستخدم فى التبريد مثل النيتروجين والهيليوم لو تركت معرضة للهواء فقد يتكثف ويمثل الأكسجين المحتوى من الجو أيضاً خطورة كبيرة

- فى حالة استخدام الغازات المسالة فى حيز مغلق يجب أن يحتوى التصميم على بعض الصمامات التى تسمح بتسريب الضغط الزائد الناتج من تبخير هذه الغازات

مواد نشطة أو قابلة للانفجار تتطلب عناية خاصة:

المركبات الآتية مركبات نشطة وبعضها ينسب إلى المتفجرات:

مركبات الأستلين: تكون مواد قابلة للانفجار فى مخلوط مع الهواء بنسبة ٢٥-٨ % والأستيلين عند ضغط ٢ جوى والمعرض إلى تفريغ كهربى أو درجة حرارة عالية يتحلل محدثاً انفجاراً عنيفاً وبعض مركبات الأستيلينات تنفجر عند حدوث تأثير ميكانيكى خفيف عليها ويجب حفظ الأستيلين فى محلول أسيتون ولا يحفظ مستقلاً فى اسطوانات.

كلوريد الألمونيوم: فى حالة وجود رطوبة به يتحلل مكوناً كلوريد الهيدروجين وينتج عن ذلك ضغط عالى وعند فتح الوعاء المحتوى عليه بعد تخزينه لمدة طويلة فيجب الحرص وذلك بإحاطتها بفوطة سميكة

النشادر: يتفاعل مع اليود وينتج منه ثلاثى أيوديد النتروجين الذى ينفجر باللمس كما يتفاعل النشادر مع الهيبوكلوريت منتجاً الكلور مخلوط مع النشادر والهاليدات العضوية يتفاعل أحياناً بعنف عند تسخينهما تحت الضغط والأمونيا قابلة للاحتراق واستنشاق كمية كبيرة منها قد تؤدى إلى الموت

الأزيدات: حساسة جداً للحرارة والصدمات يستطيع أزيد الصوديوم أن يطلق الهاليدات من الهيدروكربونات المكلورة مثل ثنائى كلوروميثان لتكوين مركب بولى أزيد العضوى وهى من المتفجرات الشديدة وهذا التفاعل الإحلالى يسهل حدوثه فى مذيب مثل ثنائى ميثيل سلفوأكسيد

ثنائى كبريتيد الكربون : مركب عالى السمية وقابل للاشتعال

مركب أكسيد الكروم مع البيريدين: CrO_3-C_5H_5N يمكن أن ينفجر فى حالة زيادة تركيز CrO_3 العالية ويجب أن يحضر المركب بإضافة CrO_3 إلى كمية كبيرة من البيريدين

ديازوميثان Diazomethane (CH_2N_2): وكذلك كثير من مركبات الديازو يجب التعامل معها جميعاً بحرص شديد نظراً لسميتها الشديدة وهذه الغازات أو سوائلها تنفجر بشدة حتى عند تلامسها مع أطراف الزجاج الحادة ولكن محاليل هذه المركبات تكون آمنة فى وجود الإيثير داى إيثيل ، داى أيزوبروبيل وإيثيرات أخرى تشتمل على الهيدروفيوران و١،٤ديوكسان وكل الإيثيرات المتفرعة Branched

يحدث لكل هذه المركبات انفجار عند تسخينها نظراً لاحتوائها على مركبات فوق الأكسيد الناتج من تعرضهم للهواء وللتخلص من فوق الأكسيد فى هذه المركبات يجب إضافة كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية إلى محاليلها ثم تمرر على الألومينا القاعدية المنشطة وهذه العملية تزيل أغلب الكمية المحتواة فيها من مركبات فوق الأكسيد

داى ميثيل سلفو أكسيد: يتحلل بعنف عند تلامسه مع كثير من مركبات الهالوجين النشطة مثل كلوريد الأسيل كما سجلت حالات إنفجار عند تلامسه مع هيدريد الفلزات النشطة داى ميثيل سلفو أكسيد يخترق الجلد حاملاً معه المواد المذابة

فوق أكسيد البنزويل الجاف: يشتعل بسهولة وينفجر عند خبطه Shock يتحلل بشكل تلقائى عند درجة حرارة أعلى من ٥ °م ولكن هذا المركب يفقد حساسيته بإضافة ٢ % ماء

العوامل المجففة Drying agents: مثل الأسكاريت (هيدروكسيد الصوديوم المغلف بالسيليكا) لا يخلط مع خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) لأن هذا المخلوط مخلوط ينفجر عند تدفئته مع قليل من الماء

الأتربة Dusts: وهى معلقات تحتوى على بعض الجسيمات القابلة للأكسدة مثل مسحوق الماغنسيوم والخارصين والكربون وكذلك زهر الكبريت فكل هذه المساحيق فى الهواء يمكن أن تكون مخاليط شديدة الانفجار ويجب استخدام هذه المساحيق مع تهوية جيدة وعدم تعرضها لأى عامل من عوامل الاشتعال.

أكسيد الإيثيلين (C_2H_4O): ينفجر عند تسخينه فى وعاء مغلق والتجارب التى يستخدم فيها هذا المركب يجب أن تجرى خلف حواجز مناسبة

المركبات المهلجنة مثل الكلوروفورم ($CHCl_3$) ورابع كلوريد الكربون (CCl_4) ومحاليل أخرى لمركبات مهلجنة لا يتم تجفيفها باستخدام الصوديوم أو البوتاسيوم أو أى فلزات نشطة نظراً لحدوث انفجار شديد فى هذه الحالة وهذه المركبات لها سمية عالية وبعض مركبات الكلورات ، كلوريت ، البرومات ، الأيودات وفوق أكاسيدها تنفجر عند تسخينها عند درجات حرارة عالية

فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2): عند تركيز أعلى من ٣% يكون خطراً فعند تلامسها مع الجلد تحدث حروق شديدة ومحلول تركيزه ٣ % يتحلل بسرعة خصوصاً فى وجود الحديد، النحاس ، الكروم أو أملاحها وعند استخدام تقليب بذراع معدنى قد يشكل هذا خطراً يجب الحرص معه

مصايد التبريد Cooled traps باستخدام النتروجين السائل والمعرض للهواء قد يحدث تكثيف للهواء وعند تبخير المادة المبردة قد يحدث انفجار فى هذه الحالة يجب استخدام التبريد فى المعدات المفرغة أو محكمة الغلق

هيدريد ليثيوم- الألومنيوم Lithium-aluminum hydride: وهو عامل مجفف يجب عدم استخدامه لتجفيف إيثيرات الميثيل أو التتراهيدروفيوران فعادة يلاحظ حدوث حرائق فى هذه الحالات وتفاعل $LiAlH_4$ مع ثانى أكسيد الكربون ينتج عنه مركبات قابلة للانفجار ويجب عدم استخدام طفايات من ثانى أكسيد الكربون أو طفايات تحتوى على بيكربونات الصوديوم لإطفاء الحرائق الناجمة من $LiAlH_4$ فمثل هذه الحرائق يتم إخمادها بواسطة الرمل أو أى مواد خاملة أخرى

مركبات النترات ، النيترو ، النيتروزو: هى مركبات قابلة للانفجار خصوصاً فى حالة احتواء المركب على أكثر من مجموعة نيترو والكحولات والبولى أولات تكون استرات للنترات (نيتروجلسرين) تكون متفجرات قوية

خزانات الأوكسجين: يجب تداولها بحرص لأنها تكون مع بعض الزيوت فى حالة الضغط العالى للأوكسجين شديدة الانفجار فيجب عدم استخدام الزيوت أو الشحوم بالتلامس مع اسطوانة الأوكسجين

الأوزون $O_٣$: مركب نشط جداً وعالى السمية ويتكون نتيجة تعرض الأكسجين (فى الهواء) للأشعة فوق البنفسجية لذلك فإن مصادر الأشعة فوق البنفسجية تتطلب تهوية مركبات الأوزونايد Ozonides تشكل مواد متفجرة

البالاديوم (Pd) أو البلاتين (Pt): المحملين على الكربون وكذلك أكسيد البلاتين والنيكل المجزأ وعوامل مساعدة أخرى تمثل خطورة لحدوث انفجارات عند إضافة العامل المساعد إلى وعاء يحتوى على مخلوط أبخرة قابلة للاشتعال أو فى حالة وجود الهيدروجين يجب عدم استعمال معهم مرشحات قابلة للاشتعال

فوق الكلورات: يجب تجنب استعمالها فأملاح الفوق كلورات العضوية أو مع مركبات فلزية عضوية وكذلك الأيونات غير العضوية تمثل مادة متفجرة ومحلول من حمض البيركلوريك يمكن تسخينه بأمان حتى ٢ °م عندما يكون تركيزه ٧ % ولكن تلامس الحامض غير المخفف الذى يوجد عند درجة الغليان أو أبخرته الساخنة مع المواد العضوية أو أى مركبات غير عضوية مؤكسدة قد يشكل مخلوطاً انفجارياً شديداً

البرمنجانات تكون مواد متفجرة عند معالجتها بحمض الكبريتيك وعند استخدامها مع حمض الكبريتيك المركز فى خط للتجفيف فيجب وضع مصيدة لأبخرة الحامض بينهما

فوق الأكاسيد غير العضوية: عند خلطها مع مواد قابلة للاحتراق مثل الباريوم، الصوديوم، فوق أكسيد البوتاسيوم تشكل مخلوط انفجارى يشتعل بسهولة

الفوسفور الأحمر والأبيض: يكون الفوسفور مع المواد المؤكسدة مخلوطاً انفجارياً ويجب حفظ الفوسفور الأبيض تحت الماء لأنه يشتعل عند تعرضه للهواء ويتفاعل الفوسفور مع محاليل الهيدروكسيدات ليعطى الفوسفين الذى قد يشتعل أو ينفجر فى الهواء

ثلاثى كلوريد الفوسفور يتفاعل مع الماء ليعطى حمض الفوسفوروز وينطلق غاز كلوريد الهيدروجين وحمض الفوسفوروز يتحلل بالتسخين منتجاً غاز الفوسفين ويجب فتح الأوعية المحتويه على ثلاثى كلوريد الفوسفور بحرص وكذلك ثلاثى كلوريد الفوسفور الذى تعرض للرطوبة يجب عدم تعريضها للتسخين دون وجود حاجز واقى

االصوديوم : يجب حفظه فى وعاء مغلق تحت سطح الكيروسين أو الطولوين أو الزيوت المعدنية أى قطع صغيرة من الصوديوم أو البوتاسيوم يجب التخلص منها بالتفاعل مع الكحول البيوتيلى العادى يجب تجنب ملامسة الصوديوم للماء لأنه يتفاعل معه بشكل عنيف لتكوين غاز الهيدروجين وانطلاق كمية كبيرة من الحرارة تسبب الاشتعال ويجب عدم استخدام طفايات ثانى أكسيد الكربون، بيكربونات وكذلك رابع كلوريد الكربون فى حالة الحرائق الناتجة من العناصر القلوية.

ويستحسن استعمال القطع الكبيرة من الصوديوم على شكل كرات عند استخدامه لتجفيف المذيبات (السطح يكون صغيراً ويكون الفلز أقل نشاطاً)

أميد الصوديوم قد يحدث له عملية أكسدة عند التعرض للهواء منتجاً نتريت الصوديوم الذى يكون مع الأميد مخلوطاً قابلاً للانفجار

حمض الكبريتيك : يجب تجنب استعماله كعامل مجفف فى أوعية المجففات وفى حالة الضرورة لاستخدامه يجب وضع كرات من الزجاج لمنع تناثر الحامض عند تحريك المجفف وعند تخفيف الحامض يجب إضافته ببطء إلى الماء البارد أما العكس قد يحدث أن يغلى الحامض وقد يؤدى إلى كثير من الحوادث

ثلاثى كلورو استلين : يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم أوالبوتاسيوم ليعطى ثنائى كلورو استلين الذى يشتعل تلقائياً فى الهواء منفجراً بعد ذلك حتى عند درجة حرارة الثلج الجاف المركب نفسه له سمية كبيرة ويجب الحرص عند تداوله

بعض الغازات الخطرة:

كلوريد البورون: هى أحماض القوة وتنتج أحماض بروتونية قوية ويتفاعل كلوريد البورون مع الماء منتجاً وأبخرة هذا الغاز لها تأثير تآكلى وتسبب تهيج العيون وكذلك الأغشية المخاطية ثلاثى فلوريد الكلور: فى الحالة السائلة له تأثير تآكلى كبير وكذلك سمية كبيرة وهذا المركب من المتفجرات القوية يسبب حروق عند تلامسه مع الجلد ويكون ثلاثى فلوريد الكربون مخلوط انفجارى مع بخار الماء، الأمونيا ، الهيدروجين وأغلب الأبخرة العضوية .

هيدريد السيلينيوم: هو غاز لا لون له ولكن له رائحة مميزة وهذا الغاز قابل للاشتعال والانفجار أيضاً ويتفاعل بعنف مع المواد المؤكسدة وهو مهيج للعيون والأغشية المخاطية وللجهاز التنفسى للإنسان ويسبب ضرراً شديداً للجهاز الهضمى وعدم اتزان وإجهاد كبير وكذلك الإحساس بالطعم الفلزى فى الفم

الفوسفين هو مركب يشتعل تلقائياً، قابل للانفجار، سام، عديم اللون له رائحة السمك المتحلل وهو مركب خطر جداً يشتعل فى وجود الهواء والمؤكسدات يتفاعل مع الماء والأحماض والهالوجين فى حالة تسخين الفوسفين يتكون هيدريد الفوسفور وهو من المتفجرات وله سمية كبيرة

التعامل مع المواد الكيميائية ذات السمية العالية:

عند التعامل مع المواد ذات السمية يجب عدم التواجد فى المعمل منفرداً ويجب أن يكون هناك مجموعة من الأفراد الذين لديهم المعرفة بالمخاطر التى قد تحدث ويكون لديهم رد الفعل المناسب فى حالة الطوارئ يجب أن يلبس العاملون ملابس واقية لحماية الأيدى والوجه من التعرض لهذه المواد كما أن المحافظة على نظافة المعمل تمثل عامل مهم لتوفير بيئة آمنة للعمل ويجب الحفاظ عليها فى الأماكن التى يتداول بها المواد ذات السمية

يجب أن يجرى تخطيط جيد لإجراء التجارب التى يدخل فيها مركبات ذات سمية عالية ومن حسن التخطيط أن يقوم الشخص الذى سيستعمل مواد سامة بالتشاور وأخذ النصيحة من الزملاء الذين لهم خبرة فى تداول هذه المواد وكذلك فى التعرف على بروتوكول استخدامهم كما أن الخبراء فى مجال الصحة البيئية وكذلك فى البرامج الآمنة يمثلون مصدراً مهماً من مصادر المعلومات لكيفية التعامل مع السميات .

كما يجب دائماً أن يكون العاملين على دراية بالخصائص الطبيعية والسمية للمواد الكيميائية المستخدمة، تركيز والكميات المتداولة فى التجربة، زمن التعرض وكذلك التأثيرات السامة الناجمة عن التعامل معها ويجب كذلك معرفة خطة إدارة هذه المواد خلال دورة حياتها من طلبها وتخزينها إلى أن يتم إعدامها أو التخلص الآمن منها

عند التخطيط لإجراء تجارب يستخدم فيها مواد ذات سمية عالية يجب أن يكون هناك مراقبة قوية للتأكد من سلامة وأمن العاملين بالمعمل

يجب اتخاذ احتياطات خاصة فى المكان الذى تجرى فيه التفاعلات التى تدخل فيها المواد ذات السمية العالية من لحظة إحضار هذه المواد وتفريغها للاستخدام ووضعها فى خزانة التجارب أو الصناديق المحتوية على قفازات ويجب على كل العاملين بالمعمل أن يعلموا عن إجراء هذه التجارب ويكون الكل مدرباً على حالات الطوارئ ويستحسن وضع بطاقة إرشادات عن السلامة والأمان عند إجراء التجارب بالمواد ذات السمية العالية على الباب الخارجى للمعمل

يسمح فقط للعاملين الحاصلين على تدريب فى الاحتياطات بالعمل مع المواد ذات السمية العالية بإجراء تجارب بها ويجب أن يكون هناك تعلميات إدارية بمنع دخول الأفراد غير الحاصلين على تدريب لدخول منطقة إجراء التجارب المستخدم فيها مواد ذات سمية عالية وقد يستخدم فى هذه الحالة أقفال أو حواجز مناسبة لهذا الغرض لكن استخدام الأقفال يجب أن لا يعيق الوصول إلى المخارج فى حالة الطوارئ أو يعيق دخول المعاونة فى حالة الطوارئ.

أهم المصادر والمراجع

تاريخ العلوم والتكنولوجيا، في العصور القديمة والوسطى ومكانة الحضارة الإسلامية فيه- د مصطفى محمود سليمان

مفاتيح العلوم- محمد بن أحمد (أبو عبد الله الخوارزمي) ٣٨٧ هـ

مقدمة في تاريخ مصر الفرعونية -عبد الحميد زايد

قصة الحضارة- ول ديورانت -ترجمة محمد بدران

عيون الأنباء في طبقات الأطباء- ابن أبي أصيبعة

كشف الظنون في أسامي الكتب والفنون- حاجي خليفة

المقدمة لابن خلدون

علم النفس التربوي- صالح محمد علي أبو جادو

المناهج المعاصرة -ابراهيم فوزي طه ورجب أحمد

معجم المصطلحات المعلوماتية -عبد الحسن الحسيني

التصميم التعليمي (نظرية وممارسة) -محمد محمود الحيلة

اتجاهات حديثة في التعليم الجامعي- أحمد ومحيي الدين توق الخطيب

الحوسبة التعليمية سليم مطر الزعبي- دراسة حول إدخال الحاسب الإلكتروني إلى المدارس الفلسطينية

الاتجاهات والميول في تدريس العلوم -عايش محمود زيتون

قصة الاسلام -راغب السرجاني
تدريس العلوم -احمد خيري كاظم وسعد يس
التعليم بالحاسبة بين التأييد والمعارضة كمال يوسف أسكندر
اتجاهات حديثة في تعليم وتعلم العلوم- فرج محمد
تطوير المنهج: أسبابه، أساليبه، خطواته، معوقاته حلمي الوكيل
مدخل الى علم النفس الاجتماعي- باسم محمد ومحمد جاسم
دراسة مدى فعالية استخدام الالات الحاسبة -عماد ثابت سمعان
إثارة دافعية التلميذات للتعلم - يسرى مصطفى السيد
تطبيقات في الحاسبة في التربية- سيد أحمد شكري
القياس والتقويم التربوي والنفسي- صلاح الدين محمود علام
أساليب تعليم العلوم أمل البكري، وعفاف الكسواني
الاتجاهات النفسية للفرد والمجتمع- كريم عكلة حسين
التنشئة الاجتماعية للطفل -محمد حسن الشناوي واخرون
عماد جمال الطويل، الجديد في التربية المدرسية
مبادئ القياس والتقويم في التربية - زكريا محمد الظاهر واخرون
أساليب التفكير وعلاقتها باستراتيجيات التعلم نبيل عبد العزيز

المدخل الى دراسة علم النفس الاجتماعي-فوزية العطية

موسوعة المكتبة الإسلامية (نسخة إلكترونية)

الكيمياء في الحضارة الإسلامية -علي جمعان الشكيل

الفهرست